

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing: 15 March 2001 (15.03.01)	
International application No.: PCT/JP00/03041	Applicant's or agent's file reference: IB268WO
International filing date: 12 May 2000 (12.05.00)	Priority date: 06 September 1999 (06.09.99)
Applicant: ITO, Yasutaka et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:  
12 May 2000 (12.05.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

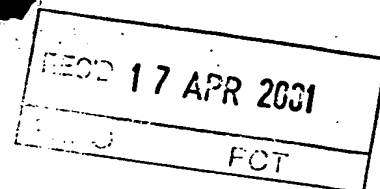
The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer:  J. Zahra Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PCT

国際予備審査報告


(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]



出願人又は代理人 の書類記号 IB268WO	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/03041	国際出願日 (日.月.年) 12.05.00	優先日 (日.月.年) 06.09.99
国際特許分類 (IPC) Int. Cl' C04B35/581		
出願人 (氏名又は名称) イビデン株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
- この附属書類は、全部で 4 ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
  - II ☐ 優先権
  - III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
  - IV ☐ 発明の単一性の欠如
  - V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
  - VI ☐ ある種の引用文献
  - VII ☐ 国際出願の不備
  - VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 12.05.00	国際予備審査報告を作成した日 30.03.01	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員)  三崎 仁  電話番号 03-3581-1101 内線 3416	4T 8928

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1-39 ページ、 出願時に提出されたもの  
明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 4-7, 13-15 項、 出願時に提出されたもの  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
請求の範囲 第 9 項、 11. 12. 00 付の書簡と共に提出されたもの  
請求の範囲 第 17-26 項、 24. 01. 01 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1-18 図、 出願時に提出されたもの  
図面 第 \_\_\_\_\_ 図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
図面 第 \_\_\_\_\_ 図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☒ 請求の範囲 第 1-3, 8, 10-12, 16 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)	請求の範囲	4-7, 9, 13-15, 17-26	有
	請求の範囲		無
進歩性(IS)	請求の範囲	4-7, 9, 13-15, 17-26	有
	請求の範囲		無
産業上の利用可能性(IA)	請求の範囲	4-7, 9, 13-15, 17-26	有
	請求の範囲		無

## 2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

文献1: JP, 5-229871, A(株式会社東芝)7.9月.1993

文献2: JP, 3-5375, A(株式会社東芝)11.1月.1991

請求の範囲4-7, 9, 13-15, 17-22

請求の範囲4-7, 9, 13-15, 17-22に記載された発明は、文献1及び2に対して進歩性を有する。

文献1及び2には、窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、非晶質カーボン及び窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも1種並びに結晶質カーボンとの両方を含有することが記載されておらず、しかもその点は当業者といえども容易になし得ないものである。

請求の範囲23-26

請求の範囲23-26に記載された発明は、文献1及び2に対して進歩性を有する。

文献1及び2には、窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、非晶質カーボン及び窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも1種含有し、かつ、JIS Z 8721に規定される明度がN4以下であることが記載されておらず、しかもその点は当業者といえども容易になし得ないものである。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



請求の範囲

1. (削除)

5

2. (削除)

10

3. (削除)

15

4. 窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、X線回折チャート上ではピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンと、ピークが検出できるカーボンとの両方を含有することを特徴とするカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

20

5. X線回折チャート上ではピークを検出できないか検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよび窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも一種であり、ピークが検出できるカーボンは、結晶質カーボンである請求の範囲4に記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

25

6. 結晶質カーボンと非晶質のカーボンの両方を含有する請求の範囲4または5に記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

7. 前記カーボンを合計で200～5000ppm含有する請求の範囲4～6のいずれかに記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

8. (削除)

5 9. (補正後) J I S Z 8 7 2 1 に規定される明度が N 4 以下である請求の範囲 4 ~ 7 のいずれかに記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

10 10. (削除)

11. (削除)

15 12. (削除)

20 13. X線回折チャート上ではピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンと、ピークが検出できるカーボンとの両方を含有するセラミック基板に、導電体を配設してなることを特徴とする半導体製造・検査装置用セラミック基板。

25 14. X線回折チャート上ではピークを検出できないか検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよび窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも一種であり、ピークが検出できるカーボンは、結晶質カーボンである請求の範囲 13 に記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

15. 前記カーボンの含有量は、200 ~ 5000 ppm である請求の範囲 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

3 または 1 4 に記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

1 6. (削除)

5

1 7. (補正後) J I S Z 8 7 2 1 に規定される明度が N 4 以下である請求の範囲 1 3 ~ 1 5 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

10

1 8. (補正後) 前記導電体は、静電電極であって、前記セラミック基板が静電チャックとして機能する請求の範囲 1 3 ~ 1 5、および、1 7 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

15

1 9. (補正後) 前記導電体は、抵抗発熱体であって、前記セラミック基板がホットプレートとして機能する請求の範囲 1 3 ~ 1 5、および、1 7 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

20

2 0. (補正後) 前記導電体は、セラミック基板の表面および内部に形成され、前記内部の導電体は、ガード電極またはグランド電極のいずれか少なくとも一方であって、前記セラミック基板がウエハプローバとして機能する請求の範囲 1 3 ~ 1 5、および、1 7 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

25

2 1. (追加) 前記マトリックス中に、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物および希土類酸化物のいずれか少なくとも 1 種からなる焼結助剤を含み、J I S Z 8 7 2 1 に規定される明度が N 4 以下である請求項 4 ~ 7 のいずれかに記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

22. (追加) 前記セラミック基板中に、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物および希土類酸化物のいずれか少なくとも1種からなる焼結助剤を含み、かつ、JIS Z 8721に規定される明度がN4以下である請求の範囲13～15のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

5

23. (追加) 窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンを含有し、かつ、JIS Z 8721に規定される明度がN4以下であることを特徴とするカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

10

24. (追加) X線回折チャート上ではピークを検出できないか、検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよび窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも1種である請求の範囲23に記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

15

25. (追加) 前記カーボンの含有量が200～5000ppmである請求の範囲23または24に記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

26. (追加) 前記マトリックス中に、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物および希土類酸化物のいずれか少なくとも1種からなる焼結助剤を含む請求項23～25のいずれかに記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

20

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National application No.

PCT/JP00/03041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> C04B35/581

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C04B35/581-582

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 5-229871, A (Toshiba Corporation), 07 September, 1993 (07.09.93), Claims 1, 2	1-3, 8
X	Column 1; lines 43 to 44 (Family: none)	10-12, 16
X	JP, 3-5375, A (Toshiba Corporation), 11 January, 1991 (11.01.91), Claim 1 (Family: none)	1-3, 8
A	EP, 757023, A2 (NGK INSULATORS, LTD.), 05 February, 1997 (05.02.97), Claims & US, 5728635, A & US, 5908799, A & JP, 9-48668, A	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
31 July, 2000 (31.07.00)Date of mailing of the international search report  
08 August, 2000 (08.08.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

YASUTOMI, Yasuo  
Chuo Building  
4-20, Nishinakajima 5-chome  
Yodogawa-ku  
Osaka-shi  
Osaka 532-0011  
JAPON



Date of mailing (day/month/year) 16 February 2001 (16.02.01)	
Applicant's or agent's file reference IB268WO	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP00/03041	International filing date (day/month/year) 12 May 2000 (12.05.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 06 September 1999 (06.09.99)
Applicant IBIDEN CO., LTD. et al	

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
06 Sept 1999 (06.09.99)	11/251842	JP	25 Augu 2000 (25.08.00)
06 Sept 1999 (06.09.99)	11/251843	JP	25 Augu 2000 (25.08.00)
15 Dece 1999 (15.12.99)	11/355550	JP	25 Augu 2000 (25.08.00)
15 Dece 1999 (15.12.99)	11/355551	JP	25 Augu 2000 (25.08.00)
20 Dece 1999 (20.12.99)	11/360612	JP	25 Augu 2000 (25.08.00)
20 Dece 1999 (20.12.99)	11/360613	JP	08 Janu 2001 (08.01.01)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer  Susumu Kubo  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	--

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4T  
Translation

PATENT COOPERATION T TY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference IB268WO	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/03041	International filing date (day/month/year) 12 May 2000 (12.05.00)	Priority date (day/month/year) 06 September 1999 (06.09.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C04B 35/581		
Applicant IBIDEN CO., LTD.		

- This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.  
  
☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).  
  
 These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 12 May 2000 (12.05.00)	Date of completion of this report 30 March 2001 (30.03.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/03041

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
 pages 1-39, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
 pages 4-7,13-15, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages 9 (11.12.00) 17-26, filed with the letter of 24 January 2001 (24.01.2001)
- ☒ the drawings:  
 pages 1-18, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. 1-3,8,10-12,16
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP 00/03041

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	4-7, 9, 13-15, 17-26	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	4-7, 9, 13-15, 17-26	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	4-7, 9, 13-15, 17-26	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

Document 1: JP, 5-229871, A (Toshiba Corp.), 7 September 1993

Document 2: JP, 3-5375, A (Toshiba Corp.), 11 January 1991

Claims 4-7, 9, 13-15, and 17-22

The inventions described in Claims 4-7, 9, 13-15, and 17-22 involve an inventive step relative to Documents 1 and 2.

Documents 1 and 2 do not disclose the inclusion of crystalline carbon and at least either amorphous carbon or carbon in solid solution in an aluminum nitride crystal phase in a matrix comprising aluminum nitride. Moreover, a person skilled in the art would not easily conceive of this feature.

Claims 23 to 26

The inventions described in Claims 23 to 26 involve an inventive step relative to Documents 1 and 2.

Documents 1 and 2 do not disclose the inclusion of at least either amorphous carbon or carbon in solid solution in an aluminum nitride crystal phase in a matrix comprising aluminum nitride, nor do they indicate that the lightness as stipulated in JIS Z 8721 is N4 or less.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Moreover, a person skilled in the art would not easily conceive of these features.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference IB268WO	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/03041	International filing date (day/month/year) 12 May 2000 (12.05.00)	Priority date (day/month/year) 06 September 1999 (06.09.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C04B 35/581		
Applicant IBIDEN CO., LTD.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.
- ☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 12 May 2000 (12.05.00)	Date of completion of this report 30 March 2001 (30.03.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/03041

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
 pages 1-39, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
 pages 4-7,13-15, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages 9 (11.12.00) 17-26, filed with the letter of 24 January 2001 (24.01.2001)
- ☒ the drawings:  
 pages 1-18, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. 1-3,8,10-12,16
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 00/03041

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	4-7, 9, 13-15, 17-26	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	4-7, 9, 13-15, 17-26	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	4-7, 9, 13-15, 17-26	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

Document 1: JP, 5-229871, A (Toshiba Corp.), 7 September 1993

Document 2: JP, 3-5375, A (Toshiba Corp.), 11 January 1991

Claims 4-7, 9, 13-15, and 17-22

The inventions described in Claims 4-7, 9, 13-15, and 17-22 involve an inventive step relative to Documents 1 and 2.

Documents 1 and 2 do not disclose the inclusion of crystalline carbon and at least either amorphous carbon or carbon in solid solution in an aluminum nitride crystal phase in a matrix comprising aluminum nitride. Moreover, a person skilled in the art would not easily conceive of this feature.

Claims 23 to 26

The inventions described in Claims 23 to 26 involve an inventive step relative to Documents 1 and 2.

Documents 1 and 2 do not disclose the inclusion of at least either amorphous carbon or carbon in solid solution in an aluminum nitride crystal phase in a matrix comprising aluminum nitride, nor do they indicate that the lightness as stipulated in JIS Z 8721 is N4 or less.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 00/03041

Moreover, a person skilled in the art would not easily conceive of these features.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)  
〔P C T 1 8 条、P C T 規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 I B 2 6 8 W O	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 0 / 0 3 0 4 1	国際出願日 (日.月.年) 1 2 . 0 5 . 0 0	優先日 (日.月.年) 0 6 . 0 9 . 9 9
出願人 (氏名又は名称) イビデン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 4 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☒ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> C04B35/581

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> C04B35/581~582

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X X	JP, 5-229871, A (株式会社東芝) 7.9月.1993 (07.09.93) 請求項1及び2項 第1欄, 第43-44行 (ファミリーなし)	1-3, 8 10-12, 16
X	JP, 3-5375, A (株式会社東芝) 11.1月.1991 (11.01.91) 請求項1 (ファミリーなし)	1-3, 8
A	EP, 757023, A2 (NGK INSULATORS, LTD.) 5.2月.1997 (05.02.97) 特許請求の範囲&US, 5728635, A&US, 5908799, A&JP, 9-48668, A	1-20

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
31.07.00

国際調査報告の発送日  
08.08.00

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
三崎 仁  
4T 8928  
電話番号 03-3581-1101 内線 3416

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 3 月 15 日 (15.03.2001)

PCT

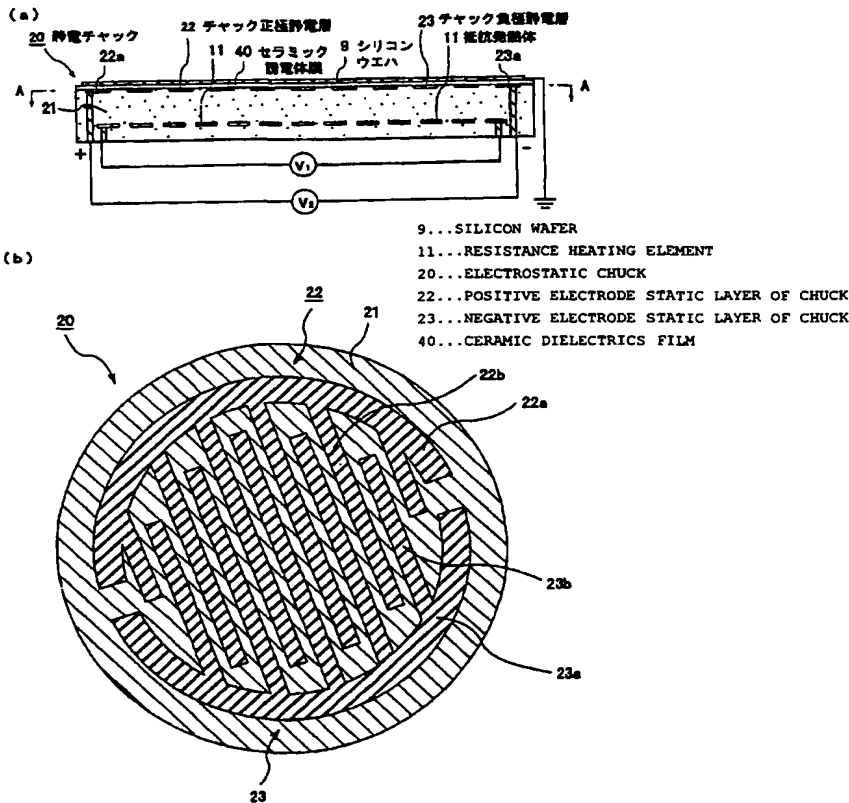
(10) 国際公開番号  
WO 01/17927 A1

- |               |                                  |                             |  |
|---------------|----------------------------------|-----------------------------|--|
| (51) 国際特許分類:  | C04B 35/581                      | 特願平 11/355551               | 1999 年 12 月 15 日 (15.12.1999) JP   |
| (21) 国際出願番号:  | PCT/JP00/03041                   | 特願平 11/360612               | 1999 年 12 月 20 日 (20.12.1999) JP   |
| (22) 国際出願日:   | 2000 年 5 月 12 日 (12.05.2000)     | 特願平 11/360613               | 1999 年 12 月 20 日 (20.12.1999) JP   |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語                              | (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): | イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒503-0917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).                                      |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語                              | (72) 発明者; および               |  |
| (30) 優先権データ:  |                                  | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ):    | 伊藤康隆 (ITO, Yasutaka) [JP/JP]. 平松靖二 (HIRAMATSU, Yasuji) [JP/JP]; 〒501-0695 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP). |
| 特願平 11/251842 | 1999 年 9 月 6 日 (06.09.1999) JP   |                             |  |
| 特願平 11/251843 | 1999 年 9 月 6 日 (06.09.1999) JP   |                             |  |
| 特願平 11/355550 | 1999 年 12 月 15 日 (15.12.1999) JP |                             |  |

[続葉有]

(54) Title: CARBON-CONTAINING ALUMINIUM NITRIDE SINTERED COMPACT AND CERAMIC SUBSTRATE FOR USE IN EQUIPMENT FOR MANUFACTURING OR INSPECTING SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称: カーボン含有窒化アルミニウム焼結体、および、半導体製造・検査装置用セラミック基板



(57) Abstract: A carbon-containing aluminium nitride sintered compact, characterized in that carbon is contained in a matrix comprising an aluminium nitride sintered compact in a amount such that, in its X-ray diffraction chart, a peak ascribed to the carbon can not be detected. The aluminium nitride sintered compact can secure a volume resistivity of  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$  or more, and can assure high hiding property, great radiation calorific and high accuracy in the measurement by means of a thermoviewer.

[続葉有]

WO 01/17927 A1



(74) 代理人: 安富康男, 外(YASUTOMI, Yasuo et al.); 〒  
532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目4番20号 中  
央ビル Osaka (JP). 添付公開 類:  
— 国際調査報告

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

本発明の目的は、体積抵抗率が少なくとも  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$  以上を確保することができ、しかも、隠蔽性、大輻射熱量およびサーモピュアによる測定精度を保証することができる窒化アルミニウム焼結体を提供することにある。本発明のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体は、窒化アルミニウム焼結体からなるマトリックス中に、X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンを含有することを特徴とする。

## 明細書

カーボン含有窒化アルミニウム焼結体、および、  
半導体製造・検査装置用セラミック基板

## 5 技術分野

本発明は、ホットプレート、静電チャック、ウエハプローバまたはサセプタなどの構成用材料として、主に半導体産業において用いられる窒化アルミニウム焼結体に関し、特に、電極パターン等の隠蔽性、高温での体積抵抗率、サーモビュアによる温度測定精度に優れるカーボン含有窒化アルミニウム焼結体に関する。

10 また、本発明は、上記窒化アルミニウム焼結体等のセラミックが用いられた、主に、ホットプレート、静電チャック、ウエハプローバ等の半導体の製造用や検査用の装置として使用されるセラミック基板に関し、特に、電極パターン等の隠蔽性と高温での体積抵抗率、サーモビュアによる温度測定精度に優れる半導体製造・検査装置用セラミック基板に関する。

15

## 背景技術

エッチング装置や、化学的気相成長装置等を含む半導体製造・検査装置においては、従来、ステンレス鋼やアルミニウム合金などの金属製基材を用いたヒータや、ウエハプローバ等が用いられてきた。

20 しかしながら、金属製のヒータでは温度制御特性が悪く、また厚みも厚くなるため重く嵩張るという問題があり、腐食性ガスに対する耐蝕性も悪いという問題を抱えていた。

これに対し、特開平 1 1 - 4 0 3 3 0 号公報では、金属製のものに代えて、窒化アルミニウムなどのセラミックを使用したヒータが提案されている。

25 ところが、このヒータを構成する基材の窒化アルミニウム自体は、一般に白色または灰白色であることから、ヒータやサセプタとしては好ましくない。むしろ、黒色の方が輻射熱量が大きいいため、この種の用途には適しており、また、電極パターンの隠蔽性が高いため、ウエハプローバや静電チャックには特に好適であった。さらに、ヒータの表面温度の測定は、サーモビュア（表面温度計）で行われ

るが、白色や灰白色の場合、輻射量が一定にならず、正確な温度測定が不可能であった。

このような求めに応じて開発された特開平 9 - 4 8 6 6 8 号公報等に記載の従来の発明の中には、セラミック基材中に X 線回折チャート上の  $44 \sim 45^\circ$  の位置にピークが検出されるような結晶質のカーボンを添加したものが提案されている。

### 発明の要約

しかしながら、このような結晶質のカーボン（グラファイト）を添加した従来のセラミック基材は、高温時での体積抵抗率が、例えば、 $500^\circ\text{C}$  の高温領域で  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$  未満に低下するという問題点があった（図 1 参照）。

本発明の目的は、上述した従来技術が抱えている問題点を解決することにより、特に  $500^\circ\text{C}$  程度の高温時における体積抵抗率として、少なくとも  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$  以上を確保することができ、さらに、隠蔽性、大輻射熱量、および、サーモビュアによる測定精度を保証することができる窒化アルミニウム焼結体を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、特に  $200^\circ\text{C}$  以上の高温時における体積抵抗率が十分に大きいため、リーク電流や短絡が発生せず、また、隠蔽性、大輻射熱量、および、サーモビュアによる測定精度を保証することができ、ホットプレート、静電チャック、ウエハプローバ、サセプタとして有用な半導体製造・検査装置用セラミック基板を提供することにある。

第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、上記の要請に応えられるものとして開発されたものであり、窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、X 線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンを含有することを特徴とする。

上記窒化アルミニウム焼結体において、X 線回折チャート上ではピークを検出できないか、検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよび窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも 1 種であることが望ましく、上記カーボンの含有量は、 $200 \sim 5000 \text{ ppm}$  であることが望ましい。

また、第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、X線回折チャート上ではピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンと、ピークが検出できるカーボンとの両方を含有することを特徴とする。

- 5      上記窒化アルミニウム焼結体において、X線回折チャート上ではピークを検出できないか検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよび窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも一種であることが望ましく、ピークが検出できるカーボンは、結晶質カーボンであることが望ましい。特に、非晶質カーボンと結晶質カーボンとを含有する実施形態が望ましい。

- 10     また、上記カーボンの含有量は、合計で200～5000ppmであることが望ましい。

また、第一および第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体においては、上記マトリックス中に、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物および希土類酸化物のいずれか少なくとも1種からなる焼結助剤を含むことが望ましい。

- 15     また、上記窒化アルミニウム焼結体においては、JIS Z 8721に規定される明度がN4以下であることが望ましい。

また、第三の本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板は、上記の要請に応えられるものとして開発されたものであり、X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンを含有するセラミック基板に、

- 20     導電体を配設してなることを特徴とする。

上記半導体製造・検査装置用セラミック基板において、X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよびセラミック結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも1種であることが望ましく、上記カーボンの含有量は、200～5000ppmであることが望

- 25     ましい。

また、第四の本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板は、X線回折チャート上ではピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンと、ピークが検出できるカーボンとの両方を含有するセラミック基板に、導電体を配設してなることを特徴とする。

上記半導体製造・検査装置用セラミック基板において、X線回折チャート上ではピークを検出できないか検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよびセラミック結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも一種であり、ピークが検出できるカーボンは、結晶質カーボンであることが望ましく、上記カーボンの含有量は、200～5000ppmであることが望ましい。

また、第三および第四の本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板においては、上記セラミック基板中に、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物および希土類酸化物のいずれか少なくとも1種からなる焼結助剤を含むことが望ましい。

10 上記半導体製造・検査装置用セラミック基板においては、JIS Z 8721に規定される明度がN4以下であることが望ましい。

また、第三および第四の本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板において、上記導電体は、静電電極であって、上記セラミック基板が静電チャックとして機能するか、抵抗発熱体であって、上記セラミック基板がホットプレートとして機能することが望ましい。

また、上記導電体は、セラミック基板の表面および内部に形成され、上記内部の導電体は、ガード電極またはグランド電極のいずれか少なくとも一方であって、上記セラミック基板がウエハプローバとして機能することが望ましい。

## 20 図面の簡単な説明

図1は、実施例1～3および比較例1～2にかかる窒化アルミニウム焼結体の体積抵抗率と温度との関係を示すグラフである。

図2は、実施例1の焼結体のX線回折チャートである。

図3は、比較例2の焼結体のX線回折チャートである。

25 図4(a)は、静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、(b)は、(a)に示した静電チャックのA-A線断面図である。

図5は、静電チャックに埋設されている静電電極の別の一例を模式的に示す水平断面図である。

図6は、静電チャックに埋設されている静電電極の更に別の一例を模式的に示

す水平断面図である。

図 7 は、窒化アルミニウム焼結体からなるウエハプローバの製造工程の説明図である。

図 8 は、窒化アルミニウム焼結体からなるウエハプローバの製造工程の説明図である。

図 9 は、実施例 1 および実施例 3 における窒化アルミニウム焼結体の曲げ強度の温度依存性を示すグラフである。

図 10 は、実施例 4 ～ 6 にかかる窒化アルミニウム焼結体の体積抵抗率と温度との関係を示すグラフである。

図 11 は、実施例 1 および実施例 4 にかかる窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率と温度との関係を示すグラフである。

図 12 は、実施例 4 の焼結体の X 線回折チャートである。

図 13 は、実施例 4 および実施例 6 における窒化アルミニウム焼結体の曲げ強度の温度依存性を示すグラフである。

図 14 は、本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板の一例であるセラミックヒータを模式的に示す底面図である。

図 15 は、図 14 に示したセラミックヒータを模式的に示す部分拡大断面図である。

図 16 は、本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板の一例であるウエハプローバを模式的に示す縦断面図である。

図 17 は、図 16 に示したウエハプローバを模式的に示す平面図である。

図 18 は、図 16 に示したウエハプローバの A - A 線断面図である。

#### 符号の説明

- 2    チャックトップ導体層
- 3    セラミック基板
- 5    ガード電極
- 6    グランド電極
- 7    溝

## 8 空気吸引孔

16、17 スルーホール

19、190、191 外部端子ピン

20、70、80 静電チャック

5 21、71、81 窒化アルミニウム基板

22、72、82a、82b チャック正極静電層

23、73、83a、83b チャックv負静電層

41 発熱体

180 袋孔

10

## 発明の詳細な開示

まず、第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体について説明する。

第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンを含むことを特徴とする。

本発明者らの研究によれば、X線回折チャート上において、回折角度  $2\theta = 10 \sim 90^\circ$ 、特に  $2\theta = 44 \sim 45^\circ$  の位置でピークが検出されるようなカーボンを含む窒化アルミニウム焼結体からなるセラミック基板は、高温（500℃）における体積抵抗率が、 $0.5 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ にまで低下するため、加熱時に発熱体パターン間や電極パターン間で短絡が発生してしまうことがわかった。

この理由は、窒化アルミニウム焼結体は、高温で体積抵抗率が低下することに加え、結晶質カーボンは、金属結晶に類似した結晶構造を持ち、かつ、高温での電気伝導性が大きいため、この2つの特性が相乗的に作用し合っ上記のような短絡を招くものと考えられている。

このことについて、本発明者らはさらに研究をつづけた結果、カーボンの高温での電気伝導性を低下させるには、X線回折チャート上においてピークが検出されない程度に結晶性を低下させたカーボンや、結晶相に固溶させたカーボン、すなわち、X線回折チャート上において、ピークが検出されないようなカーボンにすればよいことを知見した。



ここで、X線回折チャート上でピークが検出できないという意味は、回折角度  $2\theta = 10 \sim 90^\circ$ 、特に  $44 \sim 45^\circ$  でカーボンのピークが検出できないという意味である。なお、上記のように規定したのは、カーボンには種々の結晶系が存在し、特開平9-48668号公報に開示されているように、単に回折角度  $2\theta = 44 \sim 45^\circ$  に出現するピークのみならず、回折角度  $2\theta = 10 \sim 90^\circ$  にピークが出現するカーボンの結晶も考慮しなければならないからである（図2、図3参照）。

なお、X線回折のチャート上には、ピークのみならずハローの出現も好ましくない。非結晶質体は通常  $2\theta = 15 \sim 40^\circ$  付近にハローと呼ばれるゆるやかな起伏を持つが、このようなハローが出現するということは、窒化アルミニウム結晶相に非晶質カーボンが侵入していることを意味する。そのため窒化アルミニウムの結晶性を低下させることになり、また、焼結性を阻害して、明度が高くなってしまい、さらには高温での強度低下をも招いてしまう。

X線回折チャート上でピークが検出できないようなカーボンとする具体的な方法としては、（1）カーボンを窒化アルミニウム結晶相に固溶させて、カーボンの結晶に起因するX線回折のピークが出ないようにする方法、（2）非晶質カーボンを用いる方法、などが考えられる。

これらの中では、（2）の非晶質カーボンを用いる方法が好ましい。この理由は、窒化アルミニウム中にカーボンが固溶すると結晶に欠陥が生じて高温での強度低下を招くからである。

なお、特開平9-48668号公報では、 $1850^\circ\text{C}$ にて加熱すると結晶質カーボンが窒化アルミニウム中に固溶してX線回折のピークが消失する現象が記載されているが、特開平9-48668号公報に記載の発明では、あくまでX線回折のピークが  $44 \sim 45^\circ$  に存在するものを発明として認識しているものであり、また、高温時の体積抵抗率については記載も示唆もされていない。

第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、カーボンを含み、X線回折チャートの回折角度  $2\theta = 10 \sim 90^\circ$  においてピークが出現せず、かつ、 $25 \sim 500^\circ\text{C}$ における体積抵抗率が  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上となる新たな物性を有する焼結体であるため、特開平9-48668号公報の記載を理由に第一の本発明の新規性、

進歩性がなんら阻却されるものでない。

第一の本発明において、X線回折チャート上ではそのピークが検出できないか  
検出限界以下であるカーボンの含有量は、200～5000 ppmとすることが  
望ましい。200 ppm未満では、黒色とは言えず、明度がN4を超えるものと  
5 なり、一方、添加量が5000 ppmを超えると、窒化アルミニウムの焼結性が  
低下するからである。特に、200～2000 ppmが最適である。

第一の本発明において、マトリックスを構成する窒化アルミニウム焼結体中  
には、焼結助剤を含有することが望ましい。その焼結助剤としては、アルカリ金属  
酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物を使用することができ、特にC  
10 aO、 $Y_2O_3$ 、 $Na_2O$ 、 $Li_2O$ 、 $Rb_2O$ が好適である。また、その含有量と  
しては、0.1～10重量%が望ましい。

そして、第一の本発明にかかる窒化アルミニウム焼結体は、明度がJIS Z  
8721の規定に基づく値でN4以下のものであることが望ましい。この程度  
の明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。

15 ここで、明度のNは、理想的な黒の明度を0とし、理想的な白の明度を10と  
し、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度とな  
るように各色を10分割し、N0～N10の記号で表示したものである。

そして、実際の測定は、N0～N10に対応する色票と比較して行う。この場  
合の小数点1位は0または5とする。

20 次に、第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体の製造方法の一例を説明する。

(1) 初めに、非晶質カーボンを製造する。例えば、C、H、Oだけからなる  
炭化水素、好ましくは糖類（ショ糖やセルロース）を、空气中、300～500  
℃で焼成することにより、純粋な非晶質カーボンを製造する。

(2) 次に、上記カーボンとマトリックス成分となる窒化アルミニウム粉末と  
25 を混合する。混合する粉末の好ましい大きさは、平均粒径で0.1～5  $\mu m$ 程度  
の小さいものがよい。これは、微細なほど焼結性が向上するからである。なお、  
カーボンの添加量は、焼成時に焼失する分を考慮して添加する。

また、上記混合物にはさらに前述の酸化イットリウム（イットリア： $Y_2O_3$ ）  
の如き焼結助剤を添加してもよい。

上記（１）、（２）の処理に代え、窒化アルミニウム粉末、バインダー、糖類および溶媒を混合してグリーンシートを作製した後積層し、このグリーンシートの積層体を $300\sim500^{\circ}\text{C}$ で仮焼成することにより、糖類を非晶質カーボンとしてもよい。また、この場合に、糖類と非晶質カーボンの両方を添加してもよい。

5    なお、溶媒としては、 $\alpha$ -テルピネオールやグリコール等を用いることができる。

（３）次に、得られた粉末混合物を成形型に入れて成形体としたもの、または、上記グリーンシートの積層体（いずれも仮焼成したもの）を、アルゴン窒素等の不活性雰囲気下に $1700\sim1900^{\circ}\text{C}$ 、 $80\sim200\text{ kg/cm}^2$ の条件で加熱、加圧して焼成する。

10    第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、粉末混合物を成形型に入れる際に、発熱体となる金属板や金属線等を粉末混合物中に埋設したり、積層するグリーンシートのうち一枚のグリーンシート上に発熱体となる導体ペースト層を形成することにより、窒化アルミニウム焼結体を基板とするセラミックヒータを製造することができる。

15    また、焼結体を製造した後、その表面（底面）に導体ペースト層を形成し、焼成することによって、底面に発熱体を形成することもできる。

さらに、このセラミックヒータの製造時には、発熱体の他、静電チャック等の電極の形状となるように、上記成形体の内部に金属板（箔）等を埋設したり、グリーンシート上に導体ペースト層を形成することにより、ホットプレート、静  
20    電チャック、ウエハプロバ、サセプタなどを製造することができる。

各種電極や発熱体を作製するための導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するための金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、  
25    タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。これらは、単独で用いてもよく、２種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、２種以上を併用してもよい。

これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。 $0.1 \mu\text{m}$ 未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、 $100 \mu\text{m}$ を超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの  
5 金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってよい。

上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、発熱体と窒化物セラミック等との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール  
10 樹脂などが挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコールなどが挙げられる。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。

発熱体用の導体ペーストを焼結体の表面に形成する際には、導体ペースト中に金属粒子のほかに金属酸化物を添加し、金属粒子および金属酸化物を焼結させたものとするのが望ましい。このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結さ  
15 せることにより、窒化アルミニウム焼結体と金属粒子とを密着させることができる。

金属酸化物を混合することにより、窒化アルミニウム焼結体との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や窒化アルミニウム焼結体の表面は、わずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介  
20 して焼結して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックとが密着するのではないかと考えられる。

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素（ $\text{B}_2\text{O}_3$ ）、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なくとも1種が好ましい。

25 これらの酸化物は、発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックとの密着性を改善することができるからである。

上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素（ $\text{B}_2\text{O}_3$ ）、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合、重量比で、酸化鉛が1～10、シリカが1～30、酸化ホウ素が5～50、酸化亜鉛が

20～70、アルミナが1～10、イットリアが1～50、チタニアが1～50であって、その合計が100重量部を超えない範囲で調整されていることが望ましい。

これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特に窒化アルミニウム焼結体との密着性を改善することができる。

上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1重量%以上10重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して発熱体を形成した際の面積抵抗率は、1～45 mΩ/□が好ましい。

面積抵抗率が45 mΩ/□を超えると、印加電圧量に対して発熱量は大きくなりすぎて、表面に発熱体を設けた窒化アルミニウム基板では、その発熱量を制御しにくいからである。なお、金属酸化物の添加量が10重量%以上であると、面積抵抗率が50 mΩ/□を超えてしまい、発熱量が大きくなりすぎて温度制御が難しくなり、温度分布の均一性が低下する。

発熱体が窒化アルミニウム基板の表面に形成される場合には、発熱体の表面部分に、金属被覆層が形成されていることが望ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化するのを防止するためである。形成する金属被覆層の厚さは、0.1～10 μmが好ましい。

金属被覆層を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。

なお、発熱体を窒化アルミニウム基板の内部に形成する場合には、発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。

次に、第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体について説明する。

第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、X線回折チャート上ではピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンと、ピークが検出できるカーボンとの両方を含有することを特徴とする。

X線回折チャート上にピークが検出されるようなカーボンを含有する窒化アル

ミニウム焼結体では、結晶質カーボンが金属結晶に類似した結晶構造を持ち、かつ、高温での電気伝導性が大きいため高温（500℃）における体積抵抗率が、 $0.5 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ まで低下するために、加熱時に発熱体パターン間や電極パターン間で短絡が発生してしまうことがあり、カーボンの高温での電気伝導性を低下させ、この問題を解決するには、X線回折チャート上においてピークが検出されない程度に結晶性を低下させたカーボンや、結晶相に固溶させたカーボン、すなわち、X線回折チャート上において、ピークが検出されないようなカーボンにすればよいことは既に述べたとおりである。

しかしながら、窒化アルミニウムからマトリックス中にX線回折チャート上においてピークが検出されない程度に結晶性を低下させたカーボンを添加すると、高温での熱伝導率が低下するという問題が発生してしまうことがあった。この理由は、おそらく非晶質カーボンが粒子界面に介在して熱の伝搬を阻害する障壁となるためと推定している。

そこで、本発明者らは、さらに研究を続けた結果、非晶質カーボンとともに、金属結晶に類似した結晶構造を持ち、かつ、高温での熱伝導率が低下しにくい結晶質のカーボンを共存させることにより、高温での熱伝導率の低下を抑制することができることを知見した。

このように、2種のカーボンを含有させると、高温時の体積抵抗率を少なくとも  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$  以上にすることができるとともに、高温時の熱伝導率を  $60 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$  以上にすることができ、非晶質カーボン単独添加時に発生する熱伝導率の低下の問題を克服することができることがわかった。

第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体において、マトリックス中に含有させるX線回折チャートにおいてそのピークが検出されないか検出限界以下であるカーボンを得る具体的な方法としては、第一の本発明と同様の方法等が挙げられる。また、マトリックス中に含有させる結晶質カーボンとしては、一般的なグラファイトやカーボンブラックを使用することができる。

また、X線回折チャートにおいてそのピークが検出されないか検出限界以下であるカーボンと、そのピークが検出できるカーボン（結晶質カーボン）の混合比率は、できれば重量比で  $1 / 200 \sim 200 / 1$  の範囲内に調整するのが好ましく、

1 / 1 0 0 ~ 1 0 0 / 1 に調整するのがより好ましい。

なお、カーボンの比率はレーザラマン分析にて測定する。レーザラマン分析では、結晶質カーボンのピーク（ラマンシフト：1 5 8 0  $\text{cm}^{-1}$ ）と非晶質カーボンのピーク（ラマンシフト：1 3 5 5  $\text{cm}^{-1}$ ）が分離して出現するため、両者のピーク高さの比率から混合比がわかる。

また、両カーボンの添加量の合計量は、2 0 0 ~ 5 0 0 0 p p m にすることが望ましい。2 0 0 p p m 未満では、黒色とは言えず、明度がN 4 を超えるものとなり、一方、添加量が5 0 0 0 p p m を超えると窒化アルミニウムの焼結性が低下するからである。特に、両カーボンの添加量は、2 0 0 ~ 2 0 0 0 p p m にすることが望ましい。

第二の本発明においては、マトリックスを構成する窒化アルミニウム焼結体中には、焼結助剤を含有することが望ましい。焼結助剤としては、第一の本発明と同様のもの等を使用することができ、その含有量も、第一の本発明と同様、0 . 1 ~ 1 0 重量%が望ましい。

また、第二の本発明のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体の明度も、第一の本発明と同様の理由で、J I S Z 8 7 2 1 の規定に基づく値でN 4 以下のものにすることが望ましい。

また、第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、例えば、以下のような方法等を用いて製造することができる。すなわち、第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体の製造方法において、カーボンと窒化アルミニウム粉末とを混合する際〔上述した第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体の製造方法の一例の工程（2）〕に、非晶質カーボンとともに、グラファイトやカーボンブラック等の結晶質のカーボンを添加し、その他の工程を第一の本発明と同様に行うことにより製造することができる。

第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体もまた、粉末混合物を成形型に入れる際に、発熱体となる金属板や金属線等を粉末混合物中に埋設したり、積層するグリーンシートのうち一枚のグリーンシート上に発熱体となる導体ペースト層を形成することにより、窒化アルミニウム焼結体を基板とするセラミックヒータを製造することができる。

また、焼結体を製造した後、その表面（底面）に導体ペースト層を形成し、焼成することによって、底面に発熱体を形成することもできる。

さらに、このセラミックヒーターの製造時には、発熱体の他、静電チャック等の電極の形状となるように、上記成形体の内部に金属板（箔）等を埋設したり、  
5 グリーンシート上に導体ペースト層を形成することにより、ホットプレート、静電チャック、ウエハプロバ、サセプタなどを製造することができる。

なお、各種の電極や発熱体を作製するための導体ペーストとしては、第一の本発明と同様のもの等が挙げられる。

次に、本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板について説明する。

10 第三の本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板（以下、単に半導体装置用セラミック基板ともいう）は、X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンを含むセラミック基板、例えば、第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体等が用いられたセラミック基板に、導電体を配設してなることを特徴とする。

15 本発明者らの研究によれば、X線回折チャート上において、回折角度  $2\theta = 10 \sim 90^\circ$ 、特に  $2\theta = 44 \sim 45^\circ$  の位置でピークが検出されるようなカーボンを含むセラミック基板は、 $200^\circ\text{C}$ 以上の高温における体積抵抗率が大きく低下するため、加熱時に発熱体パターン間や電極パターン間でリーク電流や短絡が発生してしまう場合がある。

20 この理由は、セラミック基板は、高温になるに従って体積抵抗率が低下することに加え、結晶質カーボンは、金属結晶に類似した結晶構造を持ち、かつ、高温での電気伝導性が大きいため、この2つの特性が相乗的に作用し合って上記のような短絡を招くものと考えられる。

このような短絡を防止し、セラミック基板の電気抵抗率を増大させるために本  
25 発明者らはさらに研究をつづけた結果、カーボンを含むセラミック基板の高温での電気抵抗率を増大させるには、X線回折チャート上においてピークが検出されない程度に結晶性を低下させたカーボンや、結晶相に固溶させたカーボン、すなわち、X線回折チャート上において、ピークが検出されないようなカーボンにすればよいことを知見した。



なお、ここで、X線回折チャート上でピークが検出できないという意味は、本発明の窒化アルミニウム焼結体の場合と同様、回折角度  $2\theta = 10 \sim 90^\circ$ 、特に  $44 \sim 45^\circ$  でカーボンのピークが検出できないという意味である。

また、X線回折のチャート上には、ピークのみならずハローの出現も好ましくない。非結晶質体は通常  $2\theta = 15 \sim 40^\circ$  付近にハローと呼ばれるゆるやかな起伏を持つが、このようなハローが出現するということは、セラミック基板を構成する窒化物や酸化物等の結晶中に非晶質カーボンが侵入していることを意味する。そのため窒化物等の結晶性を低下させることになり、また、焼結性を阻害して、明度が高くなってしまい、さらには高温での強度低下をも招いてしまう。

- 10 X線回折チャート上でピークが検出できないようなカーボンとする具体的な方法としては、(1) カーボンをセラミックを構成する化合物の結晶相に固溶させて、カーボンの結晶に起因するX線回折のピークがでないようにする方法、(2) 非晶質カーボンを用いる方法、などが考えられる。

- 15 これらのなかでは、(2) 非晶質カーボンを用いる方法が好ましい。この理由は、セラミック焼結体中にカーボンが固溶すると結晶に欠陥が生じやすくなり、その結果、焼結体の高温での強度低下を招くからである。

- 第三の本発明において、X線回折チャート上ではそのピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンの含有量は、 $200 \sim 5000 \text{ ppm}$ とすることが望ましく、 $200 \sim 2000 \text{ ppm}$ とすることがより望ましい。 $200 \text{ ppm}$ 未満では、黒色とは言えず、明度がN4を超えるものとなり、一方、 $5000 \text{ ppm}$ を超えると、セラミック基板の焼結性が低下するからである。

第三の本発明の半導体装置用セラミック基板を構成するセラミック材料は特に限定されるものではなく、例えば、窒化物セラミック、炭化物セラミック、酸化物セラミック等が挙げられる。

- 25 上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。

また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。

上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト等が挙げられる。

これらのセラミックは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

これらのセラミックの中では、窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が酸化物セラミックに比べて望ましい。熱伝導率が高いからである。

また、窒化物セラミックの中では窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が $180\text{ W/m}\cdot\text{K}$ と最も高いからである。

第三の本発明の半導体装置用セラミック基板においては、マトリックスを構成する焼結体中に、焼結助剤を含有することが望ましい。その焼結助剤としては、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物を使用することができ、これらの焼結助剤のなかでは、特に $\text{CaO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}$ が好ましい。これらの含有量としては、 $0.1\sim 10$ 重量%が望ましい。

また、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板は、明度がJIS Z 8721の規定に基づく値でN4以下のものであることが望ましい。この程度の明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。

第三の本発明の半導体装置用セラミック基板は、半導体の製造や半導体の検査を行うための装置に用いられるセラミック基板であり、具体的な装置としては、例えば、静電チャック、ウエハプローバ、ホットプレート、サセプタ等が挙げられる。

第三の本発明の半導体装置用セラミック基板には、導電性の金属または導電性セラミックからなる導電体が配設されているが、この導電体が静電電極である場合には、上記セラミック基板が静電チャックとして機能する。

上記金属としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。また、上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

図4（a）は、静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、（b）は、（a）に示した静電チャックのA-A線断面図である。

この静電チャック20では、セラミック基板21の内部にチャック正負電極層

22、23が埋設され、その電極上にセラミック誘電体膜40が形成されている。また、セラミック基板21の内部には、抵抗発熱体11が設けられ、シリコンウエハ9を加熱することができるようになっている。なお、セラミック基板21には、必要に応じて、RF電極が埋設されていてもよい。

5     また、(b)に示したように、静電チャック20は、通常、平面視円形状に形成されており、セラミック基板の内部に半円弧状部22aと櫛歯部22bとからなるチャック正極静電層22と、同じく半円弧状部23aと櫛歯部23bとからなるチャック負極静電層23とが互いに櫛歯部22b、23bを交差するように対向して配置されている。

10     この静電チャックを使用する場合には、チャック正極静電層22とチャック負極静電層23とにそれぞれ直流電源の+側と-側を接続し、直流電圧を印加する。これにより、この静電チャック上に載置されたシリコンウエハが静電的に吸着されることになる。従って、この静電チャック内に抵抗発熱体が形成されておれば、シリコンウエハを吸着した状態で加熱等を行うことができる。

15     図5および図6は、他の静電チャックにおける静電電極を模式的に示した水平断面図であり、図5に示す静電チャック70では、セラミック基板71の内部に半円形状のチャック正極静電層72とチャック負極静電層73が形成されており、図6に示す静電チャック80では、セラミック基板81の内部に円を4分割した形状のチャック正極静電層82a、82bとチャック負極静電層83a、83b  
20     が形成されている。また、2枚の正極静電層82a、82bおよび2枚のチャック負極静電層83a、83bは、それぞれ交差するように形成されている。

なお、円形等の電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。

第三の本発明の半導体装置用セラミック基板に埋設された導電体が、抵抗発熱  
25     体である場合には、上記セラミック基板がホットプレートとして機能する。

図14は、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板の一実施形態であるホットプレート（以下、セラミックヒータともいう）の一例を模式的に示す底面図であり、図15は、上記セラミックヒータの一部を模式的に示す部分拡大断面図である。

セラミック基板 9 1 は、円板状に形成されており、抵抗発熱体 9 2 は、セラミック基板 9 1 のウエハ載置面の全体の温度が均一になるように加熱するため、セラミック基板 9 1 の底面に同心円状のパターンに形成されており、その表面には、金属被覆層 9 2 a が形成されている。

- 5      また、これら抵抗発熱体 9 2 は、互いに近い二重の同心円同士が 1 組として、1 本の線になるように接続され、その両端に入出力の端子となる端子ピン 9 3 が接続されている。また、中央に近い部分には、支持ピン 9 6 を挿通するための貫通孔 9 5 が形成され、さらに、測温素子を挿入するための有底孔 9 4 が形成されている。また、図 1 5 に示したように、この支持ピン 9 6 は、その上にシリコン  
10   ウエハ 9 9 を載置して上下させることができるようになっており、これにより、シリコンウエハ 9 9 を図示しない搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウエハ 9 9 を受け取ったりすることができる。

- 図 1 4 に示した抵抗発熱体 9 2 は、セラミック基板 9 1 の底面に配設されているが、抵抗発熱体 9 2 は、セラミック基板 9 1 の内部で、その中心または中心より  
15   ウエハ載置面に偏芯した位置に形成されていてもよい。

このような構成のセラミックヒータでは、その上にシリコンウエハ等を載置した後、シリコンウエハ等の加熱や冷却を行いながら、種々の操作を行うことができる。

- また、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板の表面および内部に導電体が  
20   が配設され、上記内部の導電体が、ガード電極またはグランド電極のいずれか少なくとも一方である場合には、上記セラミック基板は、ウエハプローバとして機能する。

- 図 1 6 は、第三の本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板の一例であるウエハプローバの一実施形態を模式的に示した断面図であり、図 1 7 は、その  
25   平面図であり、図 1 8 は、図 1 6 に示したウエハプローバにおける A-A 線断面図である。

このウエハプローバ 1 0 1 では、平面視円形状のセラミック基板 3 の表面に同心円形状の溝 7 が形成されるとともに、溝 7 の一部にシリコンウエハを吸引するための複数の吸引孔 8 が設けられており、溝 7 を含むセラミック基板 3 の大部分

にシリコンウエハの電極と接続するためのチャックトップ導体層 2 が円形状に形成されている。

一方、セラミック基板 3 の底面には、シリコンウエハの温度をコントロールするために、図 1 4 に示したような平面視同心円形状の発熱体 4 1 が設けられており、発熱体 4 1 の両端には、外部端子ピン 1 9 1 (図 8 参照) が接続、固定されている。また、セラミック基板 3 の内部には、ストレイキャパシタやノイズを除去するために図 1 1 に示したような格子形状のガード電極 5 とグランド電極 6 とが設けられている。

このような構成のウエハプローバでは、その上に集積回路が形成されたシリコンウエハを載置した後、このシリコンウエハにテストピンを持つプローブカードを押しつけ、加熱、冷却しながら電圧を印加して導通テストを行うことができる。

次に、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板の製造方法の一例を説明する。

(1) 初めに、非晶質カーボンを製造する。例えば、C、H、O だけからなる炭化水素、好ましくは糖類 (ショ糖やセルロース) を、空气中、300~500℃で焼成することにより、純粋な非晶質カーボンを製造する。

(2) 次に、上記カーボンとマトリックス成分となるセラミック粉末とを混合する。混合する粉末の好ましい大きさは、平均粒径で、0.1~5 μm 程度の小さいものがよい。これは、微細なほど焼結性が向上するからである。なお、カーボンの添加量は焼成時に消失する分を考慮して添加する。

また、窒化アルミニウム基板等を製造する場合には、上記混合物に酸化イットリウム (イットリア:  $Y_2O_3$ ) の如き焼結助剤を添加してもよい。

上記の (1)、(2) の処理に代え、セラミック粉末、バインダー、糖類および溶媒を混合してグリーンシートを作製した後積層し、このグリーンシートの積層体を 300~500℃で仮焼成することにより、糖類を非晶質カーボンとしてもよい。また、この場合に、糖類と非晶質カーボンの両方を添加してもよい。なお、溶媒としては、α-テルピネオールや、グリコールなどを用いることができる。

(3) 次に、得られた粉末混合物を成形型に入れて成形体としたもの、または、

上記グリーンシートの積層体（いずれも仮焼成したもの）を、アルゴン窒素などの不活性雰囲気下に  $1700 \sim 1900^{\circ}\text{C}$ 、 $80 \sim 200 \text{ kg/cm}^2$  の条件で加熱、加圧して焼結する。

第三の本発明の半導体装置用セラミック基板は、基本的にセラミック粉末の混合物からなる成形体やグリーンシート積層体を焼成することにより製造することができるが、このセラミック粉末の混合物を成形型に入れる際に、発熱体となる金属板（箔）や金属線等を粉末混合物中に埋設したり、積層するグリーンシートのうちの1枚のグリーンシート上に発熱体となる導体ペースト層を形成することにより、内部に抵抗発熱体を有するセラミック基板とすることができる。

また、焼結体を製造した後、その表面（底面）に導体ペースト層を形成し、焼成することによって、底面に発熱体を形成することもできる。

さらに、このセラミック基板の製造時には、発熱体の他、静電チャック等の電極の形状となるように、上記成形体の内部に金属板（箔）等を埋設したり、グリーンシート上に導体ペースト層を形成することにより、ホットプレート、静電チャック、ウエハプローバ、サセプタなどを製造することができる。

各種の電極や発熱体を作製するための導体ペーストとしては特に限定されず、第一の本発明で用いた導体ペーストと同様のものを用いることができる。

第三の本発明の半導体装置用セラミック基板は、 $200^{\circ}\text{C}$ 以上で使用することができる。

次に、第四の本発明の半導体装置用セラミック基板について説明する。

第四の本発明の半導体装置用セラミック基板は、X線回折チャート上ではピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンと、ピークが検出できるカーボンとの両方を含有するセラミック基板、例えば、第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体等を用いたセラミック基板に、導電体を配設してなることを特徴とする。

X線回折チャート上において、回折角度  $2\theta = 10 \sim 90^{\circ}$ 、特に  $2\theta = 44 \sim 45^{\circ}$  の位置でピークが検出されるようなカーボンを含有するセラミック基板は、 $200^{\circ}\text{C}$ 以上の高温における体積抵抗率が大きく低下するため、加熱時に発熱体パターン間や電極パターン間でリーク電流や短絡が発生してしまう場合があり、このような短絡を防止し、カーボンを含む焼結体の高温での電気抵抗率を増

大させるには、X線回折チャート上においてピークが検出されない程度に結晶性を低下させたカーボン、または、結晶相に固溶させたカーボン、すなわち、X線回折チャート上において、ピークが検出されないようなカーボンにすればよいことは既に述べた通りである。

5       しかしながら、セラミック基板にX線回折チャート上においてピークが検出されない程度に結晶性を低下させたカーボンを含有させると、セラミック基板の高温での熱伝導率が低下してしまうという問題が発生してしまうことがあった。この理由は、おそらく非晶質カーボンが粒子界面に介在して熱の伝搬を阻害する障壁となるためと推定している。

10       そこで、上記したように、発明者らは、非晶質カーボンを添加する場合には、さらに金属結晶に類似した結晶構造を持ち、かつ、高温での熱伝導率が低下しにくい結晶質のカーボンをも共存させることにした。

          このように、2種のカーボンを含有させると、高温時の体積抵抗率を少なくとも  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$  以上にすることができるとともに、また高温時の熱伝導率を  $60 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以上にすることができ、非晶質カーボン単独添加時に発生する熱伝導率の低下の問題を克服することができる。

          第四の本発明において、セラミック基板に含有させるX線回折チャートにおいてそのピークが検出されないか検出限界以下であるカーボンを得る具体的な方法としては、第三の本発明と同様の方法等が挙げられる。

20       また、上記結晶質のカーボンとしては、一般的なグラファイトやカーボンブラックを使用することができる。

          また、X線回折チャートにおいてそのピークが検出されないか検出限界以下であるカーボンと、そのピークが検出できるカーボン（結晶質のカーボン）の混合比率は、できれば重量比で  $1/200 \sim 200/1$  の範囲が望ましく、 $1/100 \sim 100/1$  に調整するのが最適である。

25       なお、カーボンの比率はレーザラマン分析にて測定することができる。レーザラマン分析では、結晶質カーボンのピーク（ラマンシフト： $1580 \text{ cm}^{-1}$ ）と非晶質カーボンのピーク（ラマンシフト： $1355 \text{ cm}^{-1}$ ）が分離して出現するため、両者のピーク高さの比率から混合比がわかる。

また、これ以外にも濃度既知の結晶性カーボンをセラミックに添加して、X線回折分析を行い、各カーボンの濃度とピークの高さ（より正確には面積）の関係を検量線として得ておき、一方、測定対象の試料の全炭素濃度を500～800℃で焼成して発生するCOやCO<sub>2</sub>などのCO<sub>x</sub>ガス濃度を測定し、また、この測定対象の試料について、X線回折分析を実施して、得られたピーク高さ（より正確には面積）からX線回折で検出できるカーボン量を特定し、一方、全炭素量とX線回折で検出できるカーボン量の差をX線回折で検出できないカーボンと定義することもできる。

ただし、両カーボンの添加量の合計量は、200～5000ppmにすることが望ましく、200～2000ppmとすることがより望ましい。200ppm未満では、黒色とは言えず、明度がN4を超えるものとなり、一方、5000ppmを超えるとセラミックの焼結性が低下するからである。

第四の本発明の半導体装置用セラミック基板を構成するセラミック材料としては、第三の本発明で用いるものと同様のものが挙げられる。

また、第四の本発明の半導体装置用セラミック基板においては、マトリックスを構成する焼結体中には、焼結助剤を含有することが望ましい。焼結助剤としては、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板と同様のもの等が挙げられる。また、焼結助剤の含有量としては、0.1～10重量%が望ましい。

また、第四の本発明の半導体装置用セラミック基板もまた、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板と同様に、その明度がJIS Z 8721の規定に基づく値でN4以下のものであることが望ましい。

第四の本発明の半導体装置用セラミック基板は、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板と同様、半導体の製造や半導体の検査を行うための装置に用いられるセラミック基板であり、具体的な装置としては、例えば、静電チャック、ウエハプローバ、ホットプレート、サセプタ等が挙げられる。

なお、第四の本発明の半導体装置用セラミック基板もまた、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板と同様にして、導電性の金属または導電性セラミックからなる導電体が配設することにより静電チャック、セラミックヒータ、ウエハプローバ等として機能する。



また、第四の本発明の半導体装置用セラミック基板は、例えば、以下のような方法等を用いて製造することができる。すなわち、第三の本発明の半導体装置用セラミック基板の製造方法において、カーボンとセラミック粉末とを混合する際〔上述した第三の本発明の半導体装置用セラミック基板の製造方法の一例の工程

5 (2)〕に、非晶質カーボンとともに、グラファイトやカーボンブラック等の結晶質のカーボンを添加し、その他の工程を第三の本発明の半導体装置用セラミック基板の製造方法と同様に行うことにより製造することができる。

発明を実施するための最良の形態

10 (実施例1)  $\text{AlN} + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{非晶質カーボン}$

(1) ショ糖を酸化性気流中（空气中）で500℃に加熱して熱分解させ、非晶質カーボンを得た。

(2) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径1.1  $\mu\text{m}$ ）100重量部、酸化イットリウム（ $\text{Y}_2\text{O}_3$ ：イットリア、平均粒径0.4  $\mu\text{m}$ ）4重量部、上記（1）の非晶質カーボン0.09重量部を混合し、成形型に入れて窒素雰囲気中、1890℃、圧力150  $\text{kg}/\text{cm}^2$ の条件で3時間ホットプレスして窒化アルミニウム焼結体を得た。

15

焼結体中のカーボン量の測定は、焼結体を粉碎し、これを800℃で加熱して発生するCOガスを捕集することにより行った。この方法による測定の結果、窒化アルミニウム焼結体中に含まれるカーボン量は800 ppmであった。また、明度は $N=3.5$ であった。

20

(実施例2)  $\text{AlN} + \text{非晶質カーボン}$

(1) ショ糖を空气中で500℃に加熱して熱分解させ、非晶質カーボンを得た。

(2) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径1.1  $\mu\text{m}$ ）100重量部、上記（1）の非晶質カーボン0.09重量部を混合し、成形型に入れて窒素雰囲気中、1890℃、圧力150  $\text{kg}/\text{cm}^2$ の条件で3時間ホットプレスして窒化アルミニウム焼結体を得た。得られた窒化アルミニウム焼結体中のカーボン量は805 ppmで、明度は $N=3.5$ であった。

25

(実施例 3) カーボンの固溶

窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1 \mu\text{m}$ ) 100 重量部、酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ : イットリア、平均粒径  $0.4 \mu\text{m}$ ) 4 重量部、グラファイト (東洋炭素社製、GR-1200) 0.09 重量部を混合し、成型型  
5 に入れて窒素雰囲気中、 $1890^\circ\text{C}$ 、圧力  $150 \text{ kg/cm}^2$  の条件で 3 時間ホットプレスし、さらにこの焼結体を常圧の窒素雰囲気中、 $1850^\circ\text{C}$  で 3 時間加熱してグラファイトを窒化アルミニウム相に固溶させた。得られた窒化アルミニウム焼結体中のカーボン量は  $810 \text{ ppm}$  で、明度は  $N=4.0$  であった。なお、上記ホットプレス中においては、カーボンの固溶現象は発生しないと考えられる。

10 (比較例 1)  $\text{AlN} + \text{Y}_2\text{O}_3$

窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1 \mu\text{m}$ ) 100 重量部、酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 平均粒径  $0.4 \mu\text{m}$ ) 4 重量部を混合し、これを成型型に入れて窒素雰囲気中において  $1890^\circ\text{C}$ 、圧力  $150 \text{ kg/cm}^2$  の条件で 3 時間ホットプレスして窒化アルミニウム焼結体を得た。得られた窒化アル  
15 ミニウム焼結体中のカーボン量は  $100 \text{ ppm}$  以下で、明度は  $N=7.0$  であった。

(比較例 2)  $\text{AlN} +$  結晶質カーボン

この比較例は、特開平 9-48668 号公報の記載に従い、バインダーとしてフェノール樹脂粉末を使用した。なお、この従来技術において、上記フェノール  
20 樹脂、アクリル系バインダーを分解して得られるカーボンは結晶性のものであると考えられる。

まず、窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1 \mu\text{m}$ ) 100 重量部、フェノール樹脂粉末 5 重量部を混合し、成型型に入れて窒素雰囲気中、 $1890^\circ\text{C}$ 、圧力  $150 \text{ kg/cm}^2$  の条件で 3 時間ホットプレスして窒化アル  
25 ミニウム焼結体を得た。得られた窒化アルミニウム焼結体中のカーボン量は  $810 \text{ ppm}$  で、明度は  $N=4.0$  であった。

図 1 は、実施例 1~3 および比較例 1、2 において、室温~ $500^\circ\text{C}$  までの体積抵抗率の推移を示したものである。

この図 1 に示すように、比較例 2 として示す結晶質カーボンのみが入っている

焼結体の例では、実施例のものと比較して、500℃における体積抵抗率が約1／10に低下した。

上記測定において、体積抵抗率と熱伝導率とは次のように測定した。

(1) 体積抵抗率：焼結体を切削加工することにより、直径10mm、厚さ3mmの形状に切出し、三端子（主電極、対電極、ガード電極）を形成し、直流電圧を加え、1分間充電した後のデジタルエレクトロメーターに流れる電流（I）を読んで、試料の抵抗（R）を求め、抵抗（R）と試料の寸法から体積抵抗率（ $\rho$ ）を下記の計算式（1）で計算した。

$$\rho = \frac{\varepsilon}{t} \times R = \frac{S}{t} \times \frac{V}{I} \cdots (1)$$

上記計算式（1）において、tは試料の厚さである。また、Sは、下記の計算式（2）および（3）により与えられる。

$$D_o = 2 r_o = \frac{D_1 + D_2}{2} = 1.525 \text{ cm} \cdots (2)$$

$$S = \frac{\pi D_o^2}{4} = 1.83 \text{ cm}^2 \cdots (3)$$

なお、上記計算式（2）および（3）において、 $r_1$ は主電極の半径、 $r_2$ はガード電極の内径（半径）、 $r_3$ はガード電極の外径（半径）、 $D_1$ は主電極の直径、 $D_2$ はガード電極の内径（直径）、 $D_3$ はガード電極の外径（直径）であり、本実施例においては、 $2 r_1 = D_1 = 1.45 \text{ cm}$ 、 $2 r_2 = D_2 = 1.60 \text{ cm}$ 、 $2 r_3 = D_3 = 2.00 \text{ cm}$ である。

また、図2、図3は、焼結体のX線回折チャートを示すものであり、実施例1（図2）と比較例2（図3）の焼結体のチャートを示す。これらの図に示すように、実施例1の例では、回折角度 $2\theta = 10 \sim 90^\circ$ の位置にカーボンのピークは検出できない。また、 $2\theta = 15 \sim 40^\circ$ でハローは出現していない。しかしながら、比較例2では、 $2\theta = 44 \sim 45^\circ$ の位置にカーボンのピークが観察される。

また、図9には、実施例1と実施例3の焼結体の強度測定結果を記載している。

図9に示したように、カーボンを固溶させた窒化アルミニウム焼結体（実施例3）では、強度が低下している。

なお、強度の測定は、インストロン万能試験機（4507型 ロードセル500kgf）を用い、温度が25～1000℃の大気中、クロスヘッド速度0.5mm/分、スパン距離L=30mm、試験片の厚さ=3.06mm、試験片の幅=4.03mmで実施し、以下の計算式（4）を用いて3点曲げ強度 $\sigma$ （kgf/mm<sup>2</sup>）を算出した。

$$\sigma = \frac{3PL}{2wt^2} \quad \dots (4)$$

10 上記計算式（4）中、Pは、試験片が破壊したときの最大荷重（kgf）であり、Lは、下支点間の距離（30mm）であり、tは、試験片の厚さ（mm）であり、wは、試験片の幅（mm）である。

また、実施例1～3および比較例1、2の焼結体について、ホットプレート上で500℃まで加熱し、表面温度をサーモビューア（日本データム株式会社 IR 15 162012-0012）と、JIS-C-1602（1980）K型熱電対で測定し、両者の温度差を調べた。なお、熱電対で測定した温度とのずれ量が多いほど、サーモビューアの温度誤差が大きいと言える。

その測定の結果によると、実施例1では温度差0.8℃、実施例2では温度差0.9℃、実施例3では温度差1.0℃、比較例1では温度差8℃、比較例2では温度差0.8℃であった。

（実施例4）AlN+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+非晶質カーボン+グラファイト

（1）ショ糖を酸化性気流中（空气中）で500℃に加熱して熱分解させ、非晶質カーボンを得た。

（2）窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径1.1μm）100重量部、酸化イットリウム（Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：イットリア、平均粒径0.4μm）4重量部、上記（1）の非晶質カーボン0.04重量部、結晶質グラファイト粉末（東洋炭素社製、GR-1200）0.05重量部を混合し、成形型に入れて窒素雰囲気中、1890℃、圧力150kg/cm<sup>2</sup>の条件で3時間ホットプレスして窒化アルミニウム焼結体を得た。

得られた窒化アルミニウム焼結体中に含まれるカーボンの合計量は800 ppmであった。また、明度は $N=3.5$ であった。

(実施例5) AlN+非晶質カーボン+グラファイト

(1) ショ糖を空气中で500℃に加熱して熱分解させ、非晶質カーボンを得た。

(2) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ )100重量部、上記(1)の非晶質カーボン0.06重量部、結晶質グラファイト粉末(東洋炭素社製、GR-1200)0.03重量部を混合し、成型型に入れて窒素雰囲気中、1890℃、圧力 $150\text{kg}/\text{cm}^2$ の条件で3時間ホットプレスして窒化アルミニウム焼結体を得た。得られた窒化アルミニウム焼結体中のカーボンの合計量は810 ppmで、明度は $N=3.5$ であった。

(実施例6) カーボンの固溶

実施例4の焼結体を常圧窒素雰囲気中、1850℃で1時間加熱してカーボンの一部を窒化アルミニウム相に固溶させた。

15 なお、ホットプレス中は、カーボンの固溶はないと考えられる。

また、図13には、実施例4と実施例6の焼結体の強度測定結果を記載している。図13に示したように、カーボンの一部が結晶相に固溶した窒化アルミニウム焼結体(実施例6)は、強度の低下が見られる。そのため、固溶させるよりも非晶質カーボンを利用した方がより有利であると考えられる。

20 図10は、実施例3～6の窒化アルミニウム焼結体について、室温～500℃までの体積抵抗率の推移について示したものである。この図10に示すように、実施例4～6の窒化アルミニウム焼結体は、高温(500℃)においても、 $10^8\Omega\cdot\text{cm}$ を超える高い体積抵抗率を維持していた。

また、図11は、焼結体の熱伝導率の温度依存性を示すものであるが、非晶質カーボンのみが入っている実施例1の窒化アルミニウム焼結体は、熱伝導率の低下の度合いが大きかったのに対し、非晶質カーボンと結晶質カーボンとの両方が入っている実施例4の窒化アルミニウム焼結体は、高温(500℃)においても高い熱伝導率を維持していた。

また、図12は、実施例1の焼結体のX線回折チャートである。実施例4(図

1 2) では、結晶質のカーボンを使用しているため、結晶質カーボンに由来するピークを観察することができる。

なお、上記測定において、熱伝導率は次のように測定した。

(2) 熱伝導率:

5 a. 使用機器

リガクレーザーフラッシュ法熱定数測定装置

LF/TCM-FA8510B

b. 試験条件

温度・・・常温、200℃、400℃、500℃、700℃

10 雰囲気・・・真空

c. 測定方法

・比熱測定における温度検出は、試料裏面に銀ペーストで接着した熱電対（プラチネル）により行った。

15 ・常温比熱測定はさらに試料上面に受光板（グラッシーカーボン）をシリコングリースを介して接着した状態で行い、試料の比熱（ $C_p$ ）は、下記の計算式（5）により求めた。

$$C_p = \left[ \frac{\Delta Q}{\Delta T} - C_{p_{G.C}} \cdot W_{G.C} - C_{p_{S.G}} \cdot W_{S.G} \right] \frac{1}{W} \quad \dots (5)$$

20 上記計算式（5）において、 $\Delta Q$ は、入力エネルギー、 $\Delta T$ は、試料の温度上昇の飽和値、 $C_{p_{G.C}}$ は、グラッシーカーボンの比熱、 $W_{G.C}$ は、グラッシーカーボンの重量、 $C_{p_{S.G}}$ は、シリコングリースの比熱、 $W_{S.G}$ は、シリコングリースの重量、 $W$ は、試料の重量である。

25 また、実施例4～6の焼結体について、ホットプレート上で500℃まで加熱し、表面温度をサーモピュア（日本データム株式会社製 IR162012-0012）、JIS-C-1602（1980）K型熱電対で測定し、両者の温度差を調べた。その結果、実施例4では温度差0.8℃、実施例5では温度差0.9℃、実施例6では温度差1℃であった。

（実施例7）セラミックヒータ（ $AlN + Y_2O_3 +$  非晶質カーボン）

（1）実施例1と同様にして窒化アルミニウム焼結体を得た。

(2) 上記(1)で得た焼結体の底面に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図14に示したような同心円状のパターンとした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

5 この導体ペーストは、銀-鉛ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛(5重量%)、酸化亜鉛(55重量%)、シリカ(10重量%)、酸化ホウ素(25重量%)およびアルミナ(5重量%)からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が4.5 $\mu$ mで、リン片状のものであった。

10 (3) 次に、導体ペーストを印刷した焼結体を780℃で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともに焼結体に焼き付け、発熱体92を形成した。銀-鉛の発熱体92は、厚さが5 $\mu$ m、幅2.4mm、面積抵抗率が7.7m $\Omega$ /□であった。

15 (4) 硫酸ニッケル80g/1、次亜リン酸ナトリウム24g/1、酢酸ナトリウム12g/1、ほう酸8g/1、塩化アンモニウム6g/1を含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(3)で作製した焼結体を浸漬し、銀-鉛の発熱体92の表面に厚さ1 $\mu$ mの金属被覆層92a(ニッケル層)を析出させた。

20 (5) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト(田中貴金属製)を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコパール製の端子ピン93を載置して、420℃で加熱リフローし、端子ピン93を発熱体92の表面に取り付けた。

(6) 温度制御のための熱電対を有底孔に挿入し、ポリイミド樹脂を充填し、190℃で2時間硬化させ、セラミックヒータ10(図15参照)を得た。

25 (実施例8) セラミックヒータ(A1N+非晶質カーボン)

実施例2と同様にして窒化アルミニウム焼結体を得た後、この焼結体の底面に実施例7の(2)~(6)の工程と同様にして抵抗発熱体92を設け、セラミックヒータ10(図15参照)を得た。

(実施例9) セラミックヒータ(カーボンの固溶)

実施例 3 と同様にして窒化アルミニウム焼結体を得た後、この焼結体の底面に実施例 7 の (2) ~ (6) の工程と同様にして抵抗発熱体 9 2 を設け、セラミックヒータ 1 0 (図 1 5 参照) を得た。

(比較例 3) セラミックヒータ ( $AlN + Y_2O_3$ )

- 5 比較例 1 と同様にして窒化アルミニウム焼結体を得た後、この焼結体の底面に実施例 7 の (2) ~ (6) の工程と同様にして抵抗発熱体 9 2 を設け、セラミックヒータ 1 0 (図 1 5 参照) を得た。

(比較例 4) セラミックヒータ ( $AlN +$  結晶質カーボン)

- 10 比較例 2 と同様にして窒化アルミニウム焼結体を得た後、この焼結体の底面に実施例 7 の (2) ~ (6) の工程と同様にして抵抗発熱体 9 2 を設け、セラミックヒータ 1 0 (図 1 5 参照) を得た。

実施例 7 ~ 9 で得られたセラミックヒータは、明度が  $N = 4.0$  以下を示し輻射熱量が多く、また、高温領域における体積抵抗率が充分大きいため、リーク電流や短絡が発生することがなかった。

- 15 これに対し、結晶質カーボンのみが入っている比較例 4 のセラミックヒータは、高温領域において、体積抵抗率が低く、 $500^\circ C$  付近において抵抗発熱体に  $10\text{ mA}$  のリーク電流が発生し、実用的なものではなかった。

- また、実施例 7 ~ 9 および比較例 3、4 の半導体装置用セラミック基板 (セラミックヒータ) に通電を行って  $500^\circ C$  まで加熱し、表面温度をサーモビューア (20 日本データム株式会社製 IR 162012-0012)、JIS-C-1602 (1980) K 型熱電対で測定し、両者の温度差を調べた。その結果、実施例 7 では、温度差  $0.8^\circ C$ 、実施例 8 では、温度差  $0.9^\circ C$ 、実施例 9 では、温度差  $1.0^\circ C$ 、比較例 3 では、温度差  $8^\circ C$ 、比較例 4 では、温度差  $0.8^\circ C$ 、であった。

- 25 (実施例 10) ウエハプロバ (図 7 ~ 8)

(1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1\text{ }\mu\text{m}$ ) 100 重量部、イットリア (平均粒径  $0.4\text{ }\mu\text{m}$ ) 4 重量部、ショ糖  $0.2$  重量部および 1-ブタノールおよびエタノールからなるアルコール  $53$  重量% を混合した組成物を用い、ドクターブレード法を用いて成形することにより厚さ  $0.47\text{ mm}$  の



グリーンシート 30 を得た。

(2) このグリーンシート 30 を 80℃で5時間乾燥した後、パンチングを行い、発熱体と外部端子ピンと接続するためのスルーホール用貫通孔を設けた。

(3) 平均粒子径 1  $\mu\text{m}$  のタングステンカーバイド粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3.0 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.5 重量部、分散剤 0.3 重量部を混合して導電性ペースト A を調製した。また、平均粒子径 3  $\mu\text{m}$  のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.7 重量部、分散剤 0.2 重量部を混合して導電性ペースト B を調製した。

(4) グリーンシート 30 の表面に、上記導電性ペースト A をスクリーン印刷法により印刷し、格子状のガード電極用印刷層 50 およびグランド電極用印刷層 60 を形成した。

また、外部端子接続用ピンと接続するための上記スルーホール用貫通孔に導電性ペースト B を充填してスルーホール用充填層 160、170 を形成した。

そして、導電性ペーストが印刷されたグリーンシート 30 および印刷がされていないグリーンシート 30' を 50 枚積層し、130℃、80 kg/cm<sup>2</sup> の圧力で一体化した (図 7 (a) 参照)。

(5) 一体化させた積層体を 600℃で5時間脱脂し、その後、1890℃、圧力 150 kg/cm<sup>2</sup> の条件で3時間ホットプレスし、厚さ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。この板状体を直径 230 mm の円状に切り出して窒化アルミニウム基板 3 とした (図 7 (b) 参照)。なお、スルーホール 16、17 の大きさは直径 0.2 mm、深さ 0.2 mm であった。また、ガード電極 5、グランド電極 6 の厚さは 10  $\mu\text{m}$ 、ガード電極 5 の焼結体厚み方向での形成位置は発熱体から 1 mm のところ、一方、グランド電極 6 の焼結体厚み方向での形成位置は、チャック面 1a から 1.2 mm であった。

(6) 上記 (5) で得た窒化アルミニウム基板 3 を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、ガラスビーズのブラスト処理によって、表面に熱電対取付け用凹部 (図示せず) およびウエハ吸着用の溝 7 (幅 0.5 mm、深さ 0.5 mm) を形成した (図 7 (c) 参照)。

(7) さらに、溝7を形成したチャック面1aに対向する裏面に導電性ペーストを印刷して発熱体用のペースト層を形成した。この導電性ペーストは、プリント配線板のスルーホール形成に用いられている徳力化学研究所製のソルベストP S 6 0 3 Dを使用した。すなわち、この導電性ペーストは、銀／鉛ペーストであり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素、アルミナからなる金属酸化物（それぞれの重量比率は、5／55／10／25／5）を銀の量に対して7.5重量%含むものである。

なお、この導電性ペースト中の銀としては、平均粒径4.5  $\mu\text{m}$ のリン片状のものをを用いた。

10 (8) 裏面に導電性ペーストを印刷して発熱体41を形成した窒化アルミニウム基板（ヒータ板）3を780℃で加熱焼成して、導電ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともに窒化アルミニウム基板3に焼き付け、発熱体41を形成した（図7（d）参照）。次いで、この窒化アルミニウム基板3を、硫酸ニッケル30 g／l、ほう酸30 g／l、塩化アンモニウム30 g／l、ロッシェル塩60 g  
15 / lを含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴中に浸漬して、上記導電性ペーストからなる発熱体41の表面に、さらに厚さ1  $\mu\text{m}$ 、ホウ素の含有量が1重量%以下であるニッケル層410を析出させて発熱体41を肥厚化させ、その後120℃で3時間の熱処理を行った。

こうして得られたニッケル層410を含む発熱体41は、厚さが5  $\mu\text{m}$ 、幅2.4 mmであり、面積抵抗率が7.7  $\text{m}\Omega/\square$ であった。

(9) 溝7が形成されたチャック面1aに、スパッタリング法にてTi、Mo、Niの各層を順次積層した。このスパッタリングは、装置として日本真空技術株式会社製のSV-4540を用い、気圧：0.6 Pa、温度：100℃、電力：200 W、処理時間：30秒～1分の条件で行い、スパッタリングの時間は、ス  
25 パッタリングする各金属によって調整した。

得られた膜は、蛍光X線分析計の画像からTiは0.3  $\mu\text{m}$ 、Moは2  $\mu\text{m}$ 、Niは1  $\mu\text{m}$ であった。

(10) 上記(9)で得られた窒化アルミニウム基板3を、硫酸ニッケル30 g／l、ほう酸30 g／l、塩化アンモニウム30 g／l、ロッシェル塩60 g

／1を含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に浸漬して、チャック面1aに形成されている溝7の表面に、ホウ素の含有量が1重量%以下のニッケル層（厚さ7 $\mu$ m）を析出させ、120℃で3時間熱処理した。

さらに、上記窒化アルミニウム基板3表面（チャック面側）にシアン化金カリウム2g／1、塩化アンモニウム75g／1、クエン酸ナトリウム50g／1、次亜リン酸ナトリウム10g／1からなる無電解金めっき液に93℃の条件で1分間浸漬して、窒化アルミニウム基板3のチャック面側のニッケルめっき層上に、さらに厚さ1 $\mu$ mの金めっき層を積層してチャックトップ導体層2を形成した（図8（e）参照）。

10 （11）次いで、溝7から裏面に抜ける空気吸引孔8をドリル加工して穿孔し、さらにスルーホール16、17を露出させるための袋孔180を設けた（図8（f）参照）。この袋孔180にNi-Au合金（Au81.5wt%、Ni18.4wt%、不純物0.1wt%）からなる金ろうを用い、970℃で加熱リフローさせてコバール製の外部端子ピン19、190を接続させた（図8（g）参照）。

15 また、上記発熱体41に半田合金（錫9／鉛1）を介してコバール製の外部端子ピン191を形成した。

（12）温度制御のために、複数の熱電対を凹部に埋め込み（図示せず）、ウエハプローバ付きヒータとした。

（13）この後、通常は、上記ウエハプローバ付きヒータをステンレス鋼製の支持台上にセラミックファイバー（イビデン製、商品名、イビウール）からなる断熱材を介して固定し、その支持台上には冷却ガスの噴射ノズルを設けて該ウエハプローバの温度調製を行うようにする。

20

なお、このウエハプローバ付きヒータは、空気吸引孔8からの空気を吸引して、該ヒータ上に載置されるウエハを吸着支持する。

25 なお、このようにして製造したウエハプローバ付きヒータは、明度がN=3.5を示し輻射熱量が多く、しかも、内部のガード電極5やグランド電極6の隠蔽性にも優れる。

（実施例11）ウエハプローバ（図7～8）

（1）窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径1.1 $\mu$ m）100重

量部、イットリア（平均粒径  $0.4 \mu\text{m}$ ）4重量部、実施例1で得られた非晶質カーボン0.09重量部および1-ブタノールおよびエタノールからなるアルコール53重量%を混合した組成物を用い、ドクターブレード法を用いて成形することにより厚さ  $0.47 \text{ mm}$  のグリーンシート30を得た。

- 5      (2) 次に、このグリーンシート30を用い、実施例10の(2)～(12)の工程と同様にして、ウエハプロローバ付きヒータとし、さらに、実施例10の(13)の工程と同様にしてウエハプロローバ付きヒータをステンレス鋼製の支持台上に固定した。

        なお、このようにして製造したウエハプロローバ付きヒータは、明度が  $N=3.5$  を示し輻射熱量が多く、しかも、内部のガード電極5やグランド電極6の隠蔽性にも優れる。

        (実施例12) 発熱体および静電チャック用静電電極を内部に有するセラミックヒータ (図4)

- 15      (1) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径  $1.1 \mu\text{m}$ ）100重量部、イットリア（平均粒径： $0.4 \mu\text{m}$ ）4重量部、実施例1で得られた非晶質カーボン0.09重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ  $0.47 \text{ mm}$  のグリーンシートを得た。

- 20      (2) 次に、このグリーンシートを  $80^\circ\text{C}$  で5時間乾燥させた後、パンチングにより直径  $1.8 \text{ mm}$ 、 $3.0 \text{ mm}$ 、 $5.0 \text{ mm}$  の半導体ウエハ支持ピンを挿通する貫通孔となる部分、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

- 25      (3) 平均粒子径  $1 \mu\text{m}$  のタングステンカーバイト粒子100重量部、アクリル系バインダ3.0重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒3.5重量部および分散剤0.3重量部を混合して導体ペーストAを調製した。

        平均粒子径  $3 \mu\text{m}$  のタングステン粒子100重量部、アクリル系バインダ1.9重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒3.7重量部および分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBを調製した。

        この導体ペーストAをグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト

ト層を形成した。印刷パターンは、同心円パターンとした。また、他のグリーンシートに図4に示した形状の静電電極パターンからなる導体ペースト層を形成した。

さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペーストB  
5 を充填した。

上記処理の終わったグリーンシートに、さらに、タングステンペーストを印刷しないグリーンシートを上側（加熱面）に37枚、下側に13枚、130℃、80 kg/cm<sup>2</sup>の圧力で積層した。

（4）次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、189  
10 0℃、圧力150 kg/cm<sup>2</sup>で3時間ホットプレスし、厚さ3 mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを230 mmの円板状に切り出し、内部に厚さ6 μm、幅10 mmの発熱体および静電電極を有するセラミック製の板状体とした。この焼結体中の炭素量は、実施例1と同様の測定法で測定した結果、810 ppmであった。

（5）次に、（4）で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔（直径：1.2 mm、深さ：2.0 mm）を設けた。

（6）さらに、スルーホール用の貫通孔の一部をえぐり取って凹部とし、この凹部にNi-Auからなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコバール  
20 製の外部端子を接続させた。

なお、外部端子の接続は、タングステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

（7）次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、静電チャック付きセラミックヒータの製造を完了した。

25 このようにして製造した静電チャック付きヒータは、明度がN=3.5を示し輻射熱量が多く、しかも、内部の抵抗発熱体や静電電極の隠蔽性にも優れる。

（実施例13）セラミックヒータ（AlN+Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+非晶質カーボン+グラファイト）

実施例4と同様にして窒化アルミニウム焼結体を得た後、この焼結体の底面に

実施例 7 の (2) ~ (6) の工程と同様にして抵抗発熱体 9 2 を設け、セラミックヒータ 1 0 (図 1 5 参照) を得た。

(実施例 1 4) セラミックヒータ (A 1 N + 非晶質カーボン + グラファイト)

5 実施例 5 と同様にして窒化アルミニウム焼結体を得た後、この焼結体の底面に実施例 7 の (2) ~ (6) の工程と同様にして抵抗発熱体 9 2 を設け、セラミックヒータ 1 0 (図 1 5 参照) を得た。

(実施例 1 5) セラミックヒータ (カーボンの固溶)

10 実施例 6 と同様にして窒化アルミニウム焼結体を得た後、この焼結体の底面に実施例 7 の (2) ~ (6) の工程と同様にして抵抗発熱体 9 2 を設け、セラミックヒータ 1 0 (図 1 5 参照) を得た。

実施例 1 3 ~ 1 5 で得られたセラミックヒータは、明度が  $N = 4.0$  以下を示し輻射熱量が多く、また、高温領域における体積抵抗率が充分大きいため、リーク電流や短絡が発生することがなかった。

15 また、実施例 7 の非晶質カーボンのみが入っているセラミックヒータと、実施例 1 3 の非晶質カーボンと結晶質カーボンとの両方が入っているセラミックヒータとの熱伝導率の温度依存性を測定したところ、実施例 7 のセラミックヒータは、高温領域で熱伝導率が低下したのに対し、実施例 1 3 のセラミックヒータは、高温領域においても高い熱伝導率を維持していた。

20 また、実施例 1 3 ~ 1 5 の半導体装置用セラミック基板 (セラミックヒータ) に通電を行って  $500^{\circ}\text{C}$  まで加熱し、表面温度をサーモビューア (日本データム株式会社製 IR 162012-0012)、JIS-C-1602 (1980) K 型熱電対で測定し、両者の温度差を調べた。その結果、実施例 1 では温度差  $0.8^{\circ}\text{C}$ 、実施例 2 では温度差  $0.9^{\circ}\text{C}$ 、実施例 3 では温度差  $1^{\circ}\text{C}$  であった。

(実施例 1 6) ウエハプロバ (図 7 ~ 8)

25 (1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1\mu\text{m}$ ) 100 重量部、イットリア (平均粒径  $0.4\mu\text{m}$ ) 4 重量部、ショ糖  $0.2$  重量部、グラファイト  $0.05$  重量部および 1-ブタノールおよびエタノールからなるアルコール  $53$  重量部を混合した組成物を、ドクターブレード法を用いて成形することにより厚さ  $0.47\text{mm}$  のグリーンシート 3 0 を得た。

(2) 次に、このグリーンシート30を用い、実施例10の(2)～(12)の工程と同様にして、ウエハプローバ付きヒータとし、さらに、実施例10の(13)の工程と同様にしてウエハプローバ付きヒータをステンレス鋼製の支持台上に固定した。

- 5     なお、このようにして製造したウエハプローバ付きヒータは、明度が $N=3$ 、5を示し輻射熱量が多く、しかも、内部のガード電極5やグランド電極6の隠蔽性にも優れる。

(実施例17) ウエハプローバ (図7～8)

- 10     (1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ ) 100重量部、イットリア (平均粒径 $0.4\mu\text{m}$ ) 4重量部、実施例4で得られた非晶質カーボン0.05重量部、グラファイト粉末0.05重量部および1-ブタノールおよびエタノールからなるアルコール53重量部を混合した組成物を、ドクターブレード法を用いて成形することにより厚さ $0.47\text{mm}$ のグリーンシート30を得た。

- 15     (2) 次に、このグリーンシート30を用い、実施例10の(2)～(12)の工程と同様にして、ウエハプローバ付きヒータとし、さらに、実施例10の(13)の工程と同様にしてウエハプローバ付きヒータをステンレス鋼製の支持台上に固定した。

- 20     なお、このようにして製造したウエハプローバ付きヒータは、明度が $N=3$ 、5を示し輻射熱量が多く、しかも、内部のガード電極5やグランド電極6の隠蔽性にも優れる。

(実施例18) 発熱体および静電チャック用静電電極を内部に有するセラミックヒータ (図4)

- 25     (1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ ) 100重量部、イットリア (平均粒径 $0.4\mu\text{m}$ ) 4重量部、実施例4で得られた非晶質カーボン0.04重量部、結晶質グラファイト粉末0.05重量部、分散剤0.5重量部、ショ糖0.2重量部、グラファイト0.05重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ $0.47\text{mm}$ のグリーンシートを

得た。

(2) 次に、このグリーンシート30を用い、実施例12の(2)～(7)の工程と同様にして、静電チャックつきセラミックヒータを製造した。

5      なお、この実施例で得られた窒化アルミニウム焼結体中の炭素量は、実施例1と同様の測定法で測定したところ810ppmであった。

また、このようにして製造した静電チャックつきセラミックヒータは、明度が $N=3.5$ を示し輻射熱量が多く、しかも、内部の抵抗発熱体や静電電極の隠蔽性にも優れる。

10      (実施例19) 発熱体および静電チャック用静電電極を内部に有するセラミックヒータ(図4)

15      (1) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ )100重量部、イットリア(平均粒径: $0.4\mu\text{m}$ )4重量部、実施例1で得られた非晶質カーボン0.05重量部、結晶質グラファイト粉末0.05重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ0.47mmのグリーンシートを得た。

(2) 次に、このグリーンシート30を用い、実施例12の(2)～(7)の工程と同様にして、静電チャックつきセラミックヒータを製造した。

20      なお、この実施例で得られた窒化アルミニウム焼結体中の炭素量は、実施例1と同様の測定法で測定したところ850ppmであった。

また、このようにして製造した静電チャックつきセラミックヒータは、明度が $N=3.5$ を示し輻射熱量が多く、しかも、内部の抵抗発熱体や静電電極の隠蔽性にも優れる。

(実施例20～21)

25      本実施例では、非晶質カーボンと結晶質カーボンの比率を下記の表1のように変更したほかは、実施例13と同様にしてセラミックヒータを得た。そして、400℃における体積抵抗率( $\Omega\cdot\text{cm}$ )と熱伝導率( $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ )を測定し、炭素量を測定した。



表 1

	カーボン比率（重量比） 結晶質カーボン/非晶質カーボン	体積抵抗率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	熱伝導率 ( $\text{W/m} \cdot \text{K}$ )	炭素含有量 (ppm)
実施例 20	0.01 / 0.10	$1 \times 10^9$	110	900
実施例 21	0.10 / 0.01	$1 \times 10^{10}$	90	900

上記表 1 に示した結果より明らかなように、このセラミックヒータでは、体積抵抗率、熱伝導率ともに、十分に良好な値となっている。

## 5 産業上利用の可能性

以上説明したように、第一の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、非晶質のカーボンを含有することから、高温での体積抵抗率が高く、かつ、明度が低く、また、サーモビュアによる正確な温度測定が可能な窒化アルミニウム焼結体であり、例えば、ホットプレート、静電チャック、ウエハプローバ等の基板として有用である。

また、第二の本発明の窒化アルミニウム焼結体は、相互補完的な 2 種のカーボンを含有することから、電極パターンの隠蔽性およびサーモビュアによる温度測定精度に優れる他、高温での体積抵抗率および熱伝導率にも優れ、かつ明度の低い窒化アルミニウム焼結体であり、例えば、ホットプレート、静電チャック、ウエハプローバ等の基板として有用である。

また、第三の本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板は、非晶質のカーボンを含有することから、高温での体積抵抗率が高く、かつ、明度が低く、また、サーモビュアによる正確な温度測定が可能な半導体製造・検査装置用セラミック基板であり、例えば、ホットプレート、静電チャック、ウエハプローバ等の基板として有用である。

また、第四の本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板は、相互補完的な 2 種のカーボンを含有することから、電極パターンの隠蔽性およびサーモビュアによる温度測定精度に優れる他、高温での体積抵抗率および熱伝導率にも優れ、かつ明度の低い半導体製造・検査装置用セラミック基板であり、例えば、ホットプレート、静電チャック、ウエハプローバ等の基板として有用である。

## 請求の範囲

1. 窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンを含むことを特徴とするカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。  
5
2. X線回折チャート上ではピークを検出できないか、検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよび窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも1種である請求の範囲1に記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。  
10
3. 前記カーボンの含有量が200～5000ppmである請求の範囲1または2に記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。
- 15 4. 窒化アルミニウムからなるマトリックス中に、X線回折チャート上ではピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンと、ピークが検出できるカーボンとの両方を含むことを特徴とするカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。
- 20 5. X線回折チャート上ではピークを検出できないか検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよび窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも一種であり、ピークが検出できるカーボンは、結晶質カーボンである請求の範囲4に記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。
- 25 6. 結晶質カーボンと非晶質のカーボンの両方を含む請求の範囲4または5に記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。
7. 前記カーボンを合計で200～5000ppm含有する請求の範囲4～6のいずれかに記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

8. 前記マトリックス中に、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物および希土類酸化物のいずれか少なくとも1種からなる焼結助剤を含むことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

5      9. J I S    Z    8 7 2 1に規定される明度がN 4以下である請求の範囲1～8のいずれかに記載のカーボン含有窒化アルミニウム焼結体。

10      10. X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンを含むセラミック基板に、導電体を配設してなることを特徴とする半導体製造・検査装置用セラミック基板。

15      11. X線回折チャート上ではピークが検出できないか、検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよびセラミック結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも1種である請求の範囲10に記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

12. 前記カーボンの含有量は、200～5000ppmである請求の範囲10または11に記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

20      13. X線回折チャート上ではピークが検出できないか検出限界以下であるカーボンと、ピークが検出できるカーボンとの両方を含むセラミック基板に、導電体を配設してなることを特徴とする半導体製造・検査装置用セラミック基板。

25      14. X線回折チャート上ではピークを検出できないか検出限界以下であるカーボンは、非晶質カーボンおよび窒化アルミニウム結晶相に固溶したカーボンのいずれか少なくとも一種であり、ピークが検出できるカーボンは、結晶質カーボンである請求の範囲13に記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

15. 前記カーボンの含有量は、200～5000ppmである請求の範囲1

3 または 1 4 に記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

1 6. 前記セラミック基板中に、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物および希土類酸化物のいずれか少なくとも 1 種からなる焼結助剤を含む請求の  
5 範囲 9 ～ 1 5 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

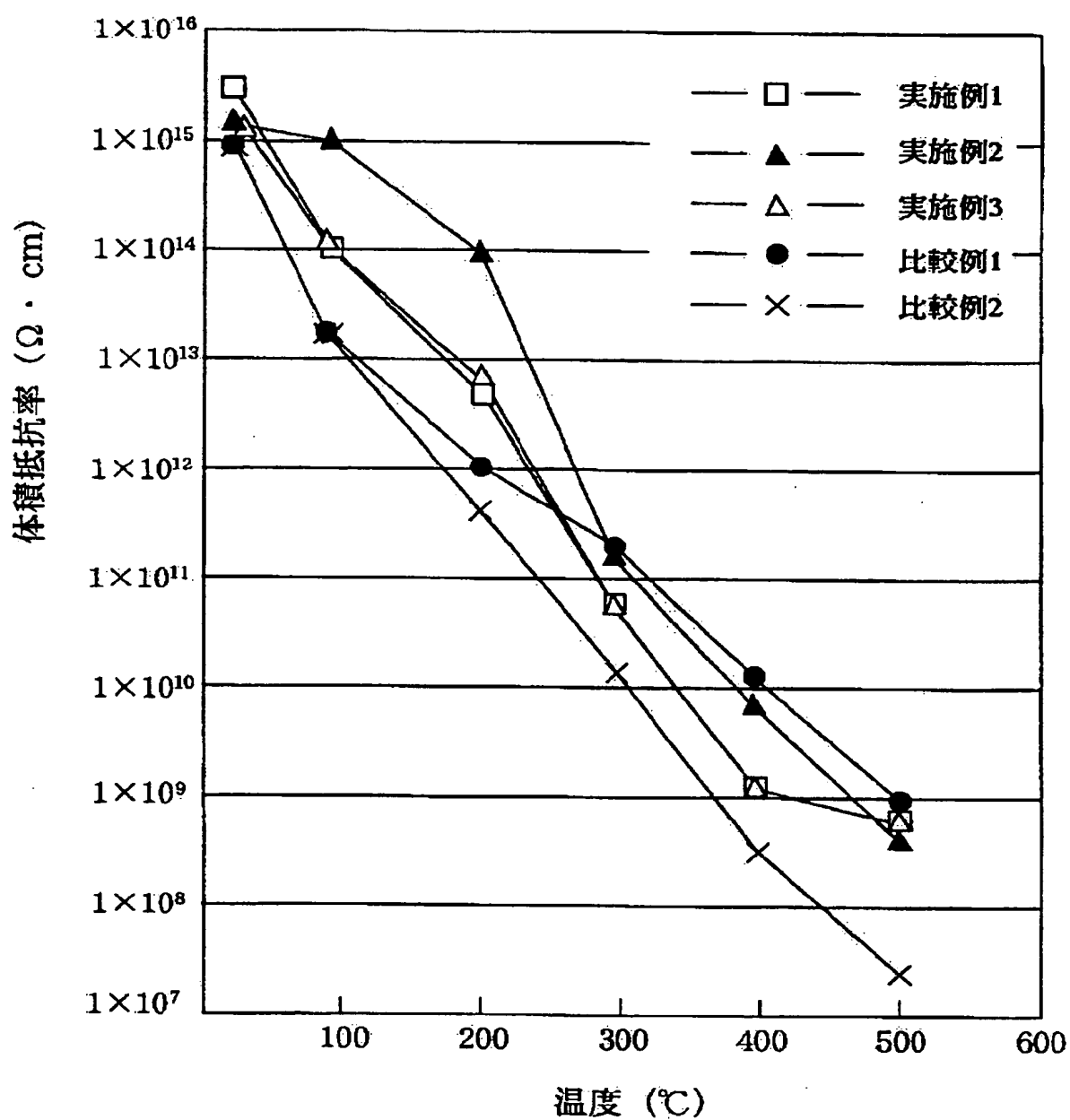
1 7. J I S Z 8 7 2 1 に規定される明度が N 4 以下である請求の範囲 9  
～ 1 6 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

10 1 8. 前記導電体は、静電電極であって、前記セラミック基板が静電チャックとして機能する請求の範囲 9 ～ 1 7 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

15 1 9. 前記導電体は、抵抗発熱体であって、前記セラミック基板がホットプレートとして機能する請求の範囲 9 ～ 1 7 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

20 2 0. 前記導電体は、セラミック基板の表面および内部に形成され、前記内部の導電体は、ガード電極またはグランド電極のいずれか少なくとも一方であって、前記セラミック基板がウエハプローバとして機能する請求の範囲 9 ～ 1 7 のいずれかに記載の半導体製造・検査装置用セラミック基板。

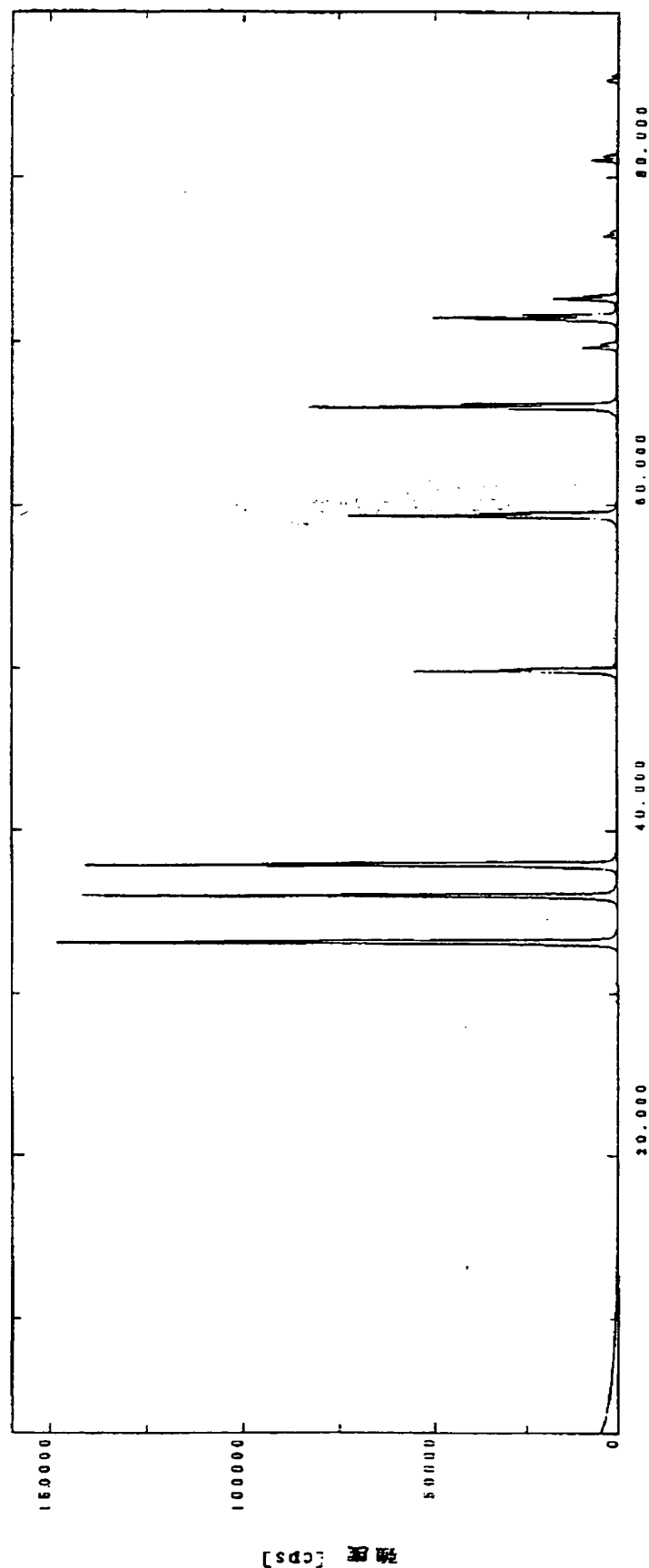
図 1



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2 / 1 6

図 2

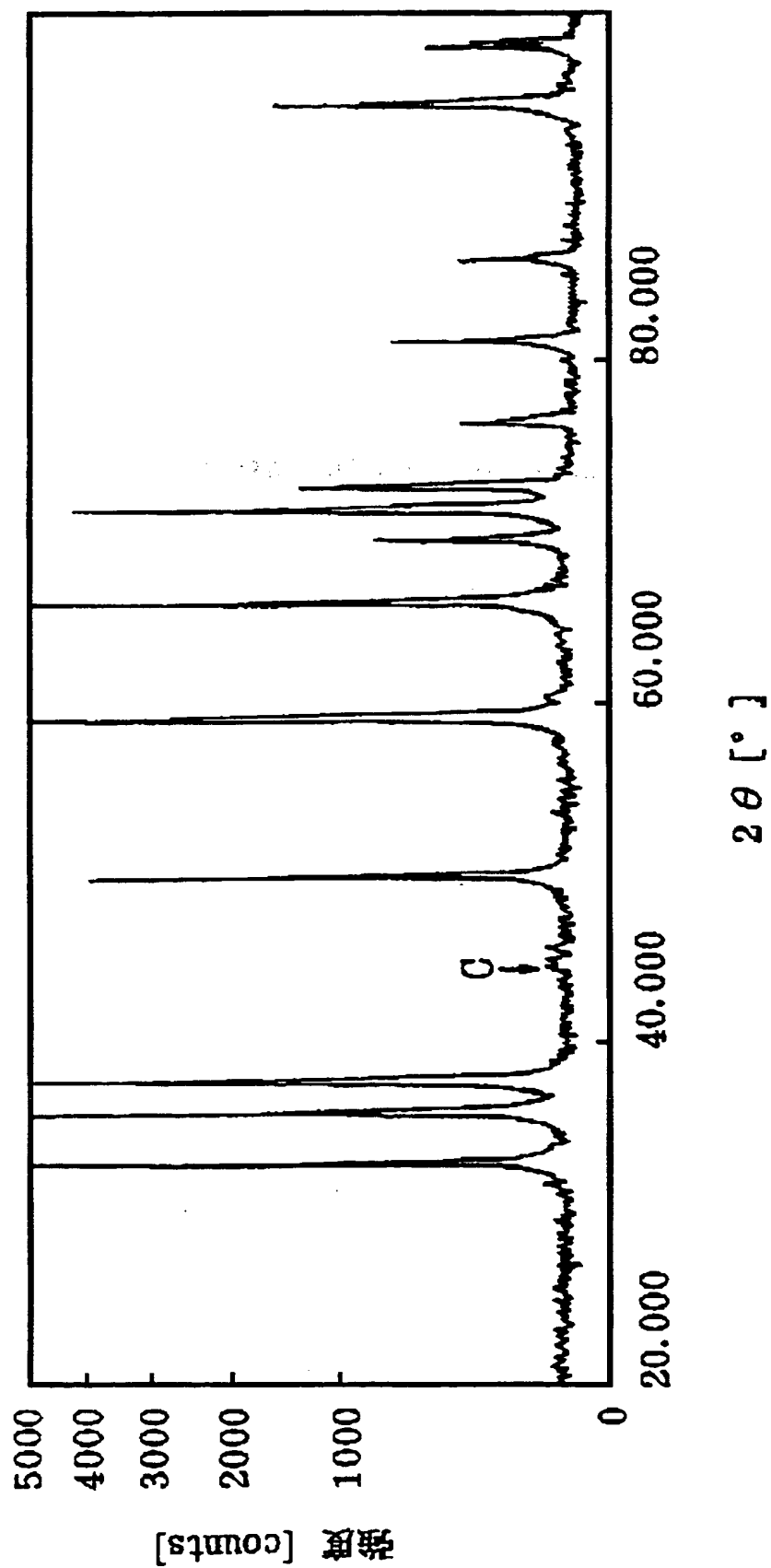
 $2\theta [^\circ]$ 

サンプル名	: 外	X線	: Cu K-ALPHA1 / 50 kV / 300 mA	カウンタ	: シンチレーションカウンタ
ファイル	: T990603.0339	コンディタ	: R I N T 2 0 0 0 広角ゴニオメータ		
コメント	: 広角測定	ターゲット	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 03-JUN-99 15:59	フィルタ	: 使用しない		
測定者	: R I N T	インデントモリタ			
		カウンタ/クロムタ	: 全自動モノクロメータ		
		発散スリット	: "1deg."	走査レート	: 連続
		散乱スリット	: "1deg."	スキャンスピード	: 2.000 °/min.
		受光スリット	: "0.3mm"	スキャンステップ	: 0.020 °
				走査軸	: $2\theta / \theta$
				走査範囲	: 3.000 ~ 90.000 °
				ステップ	: 0.000 °

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



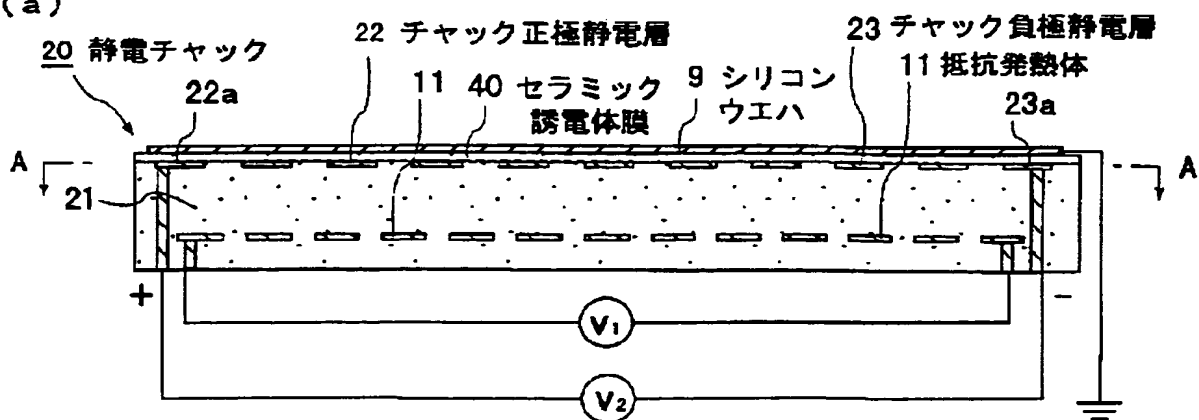
図 3



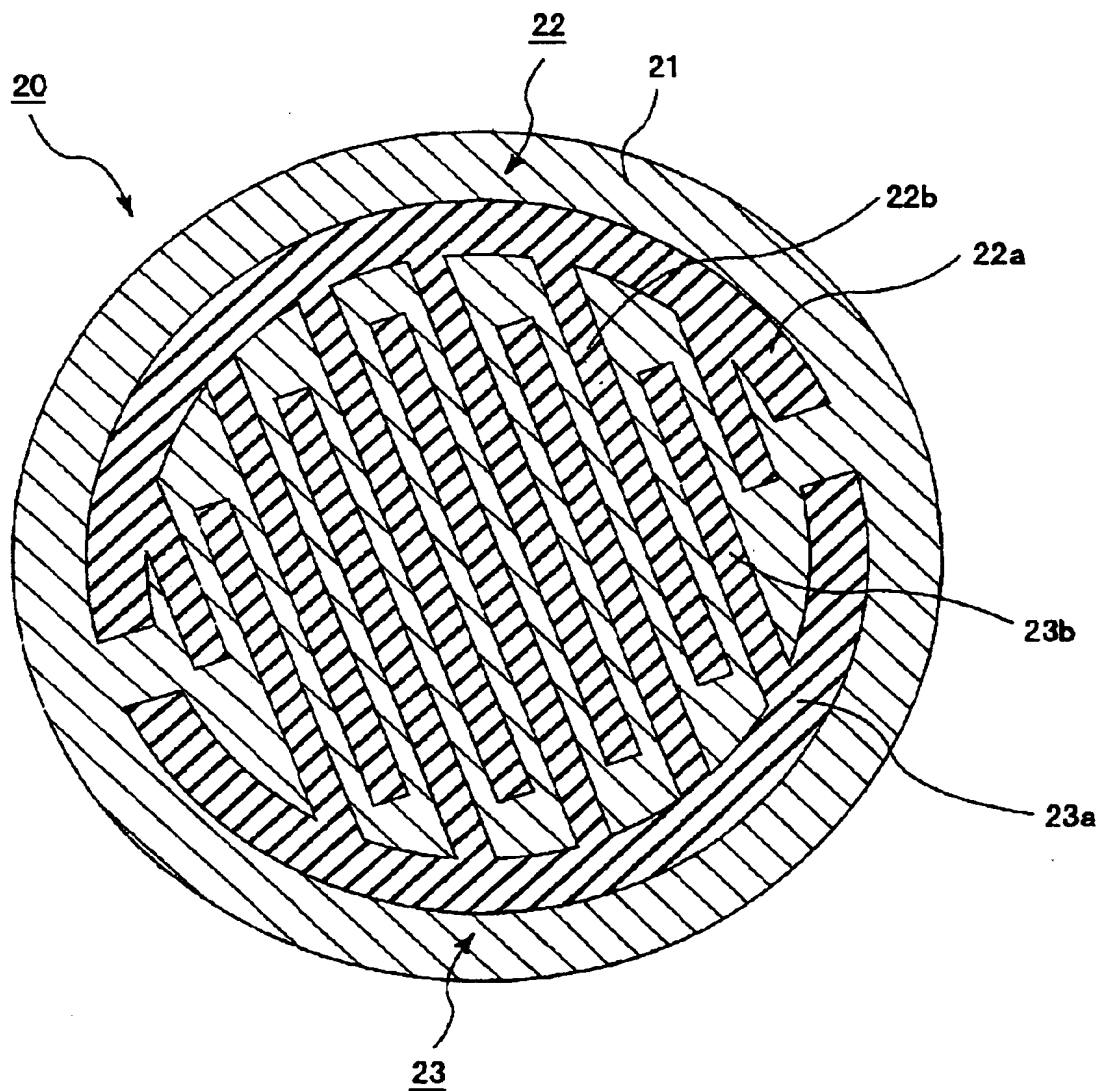
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 4

(a)

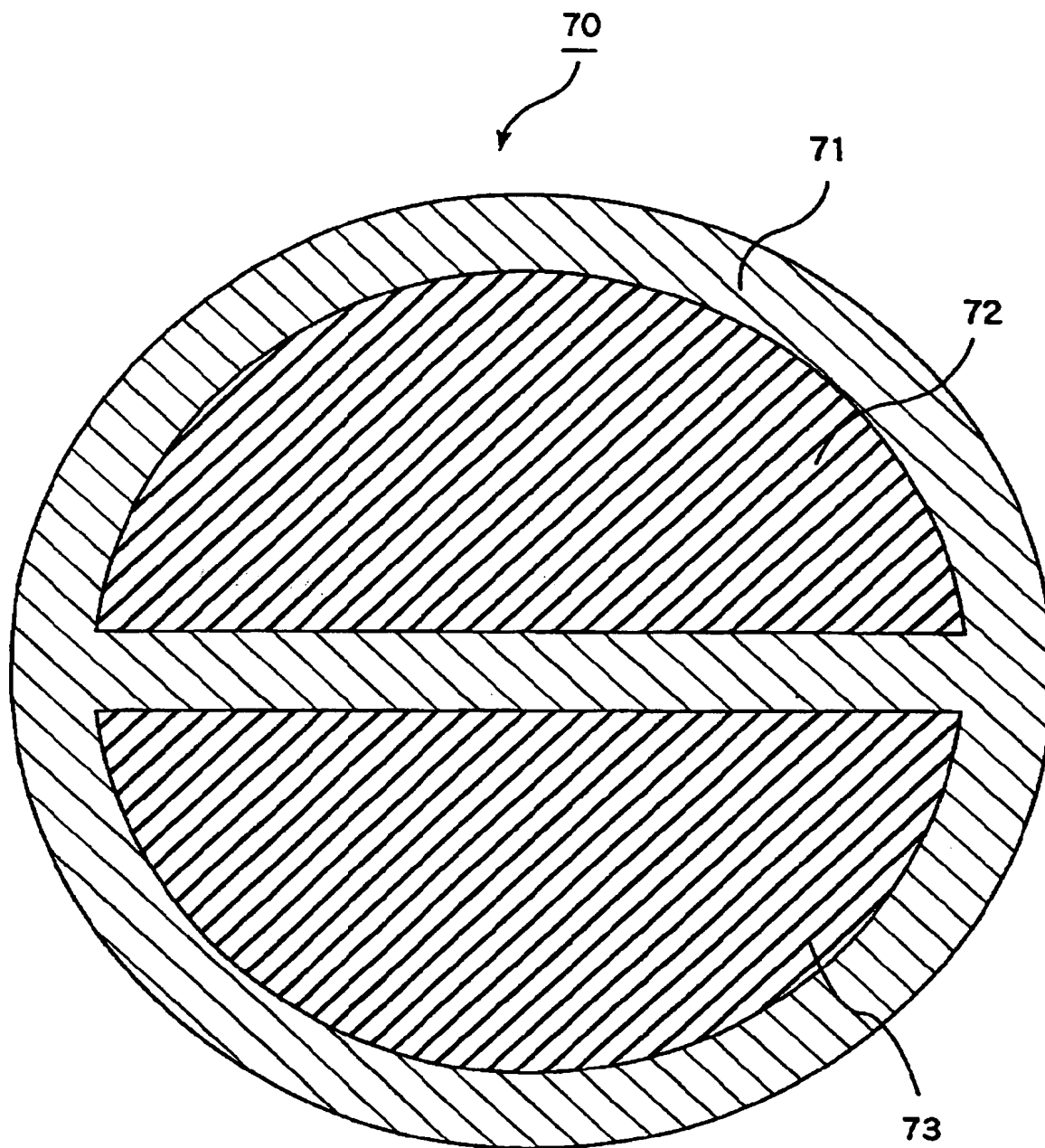


(b)



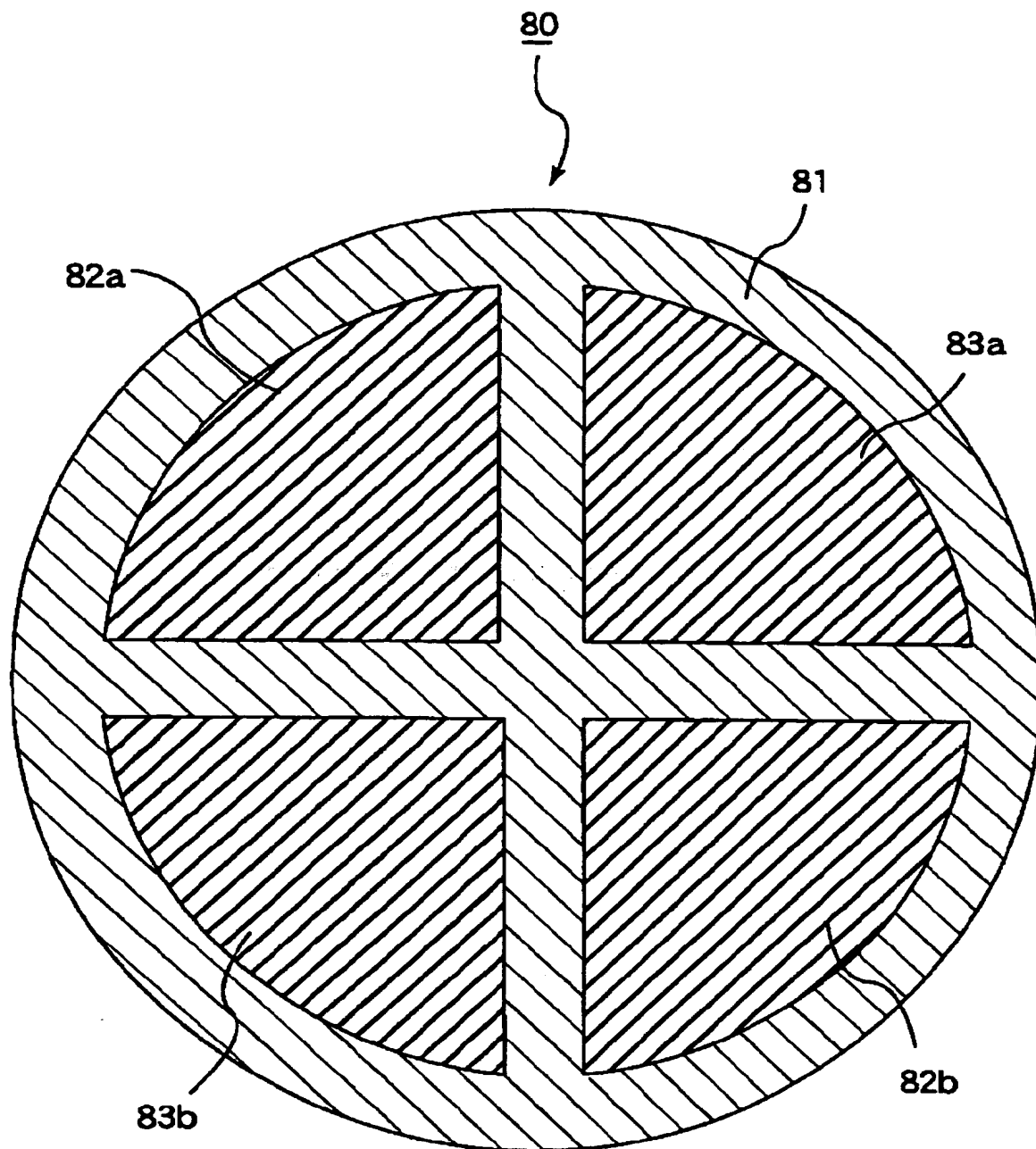
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

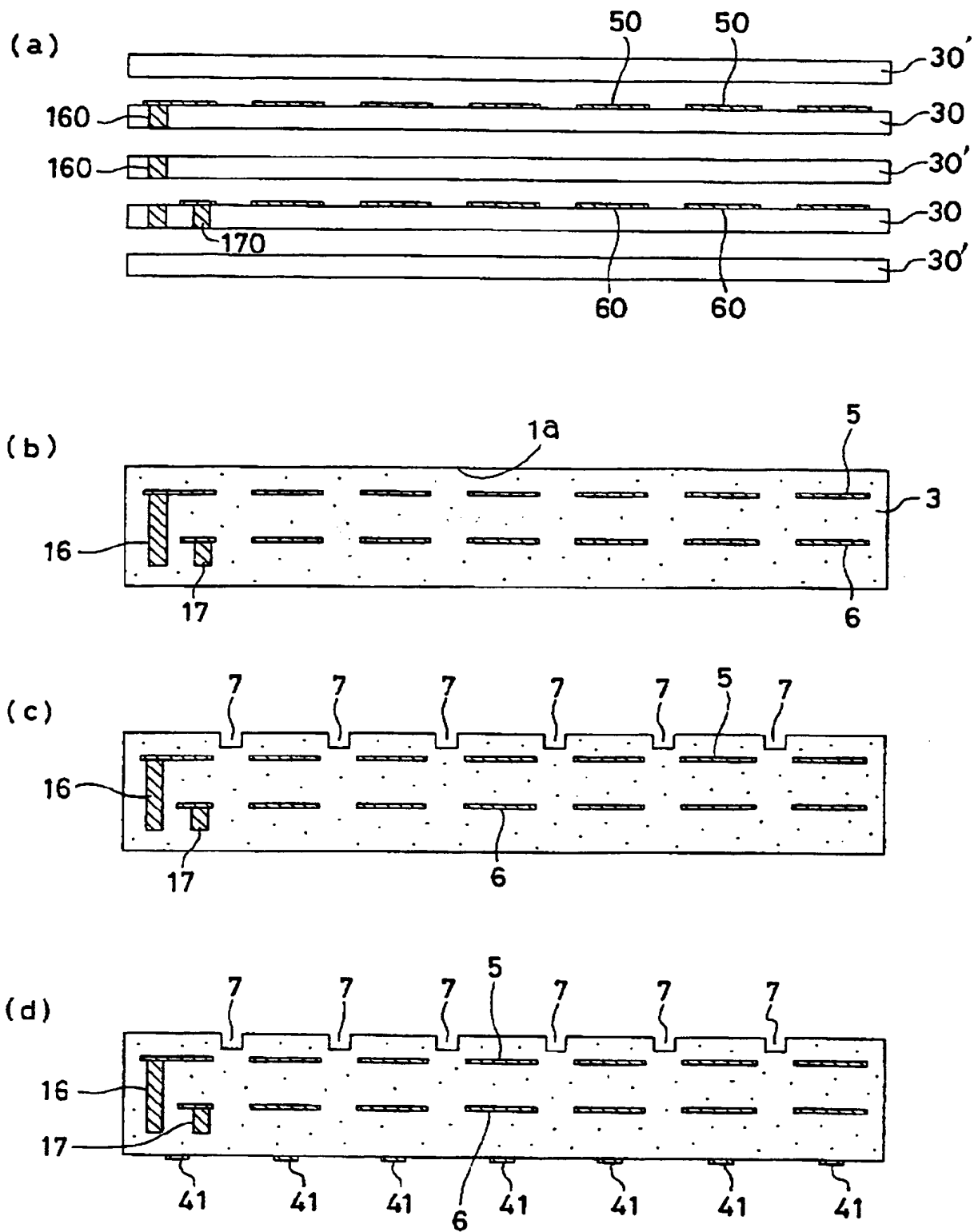
図 6



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

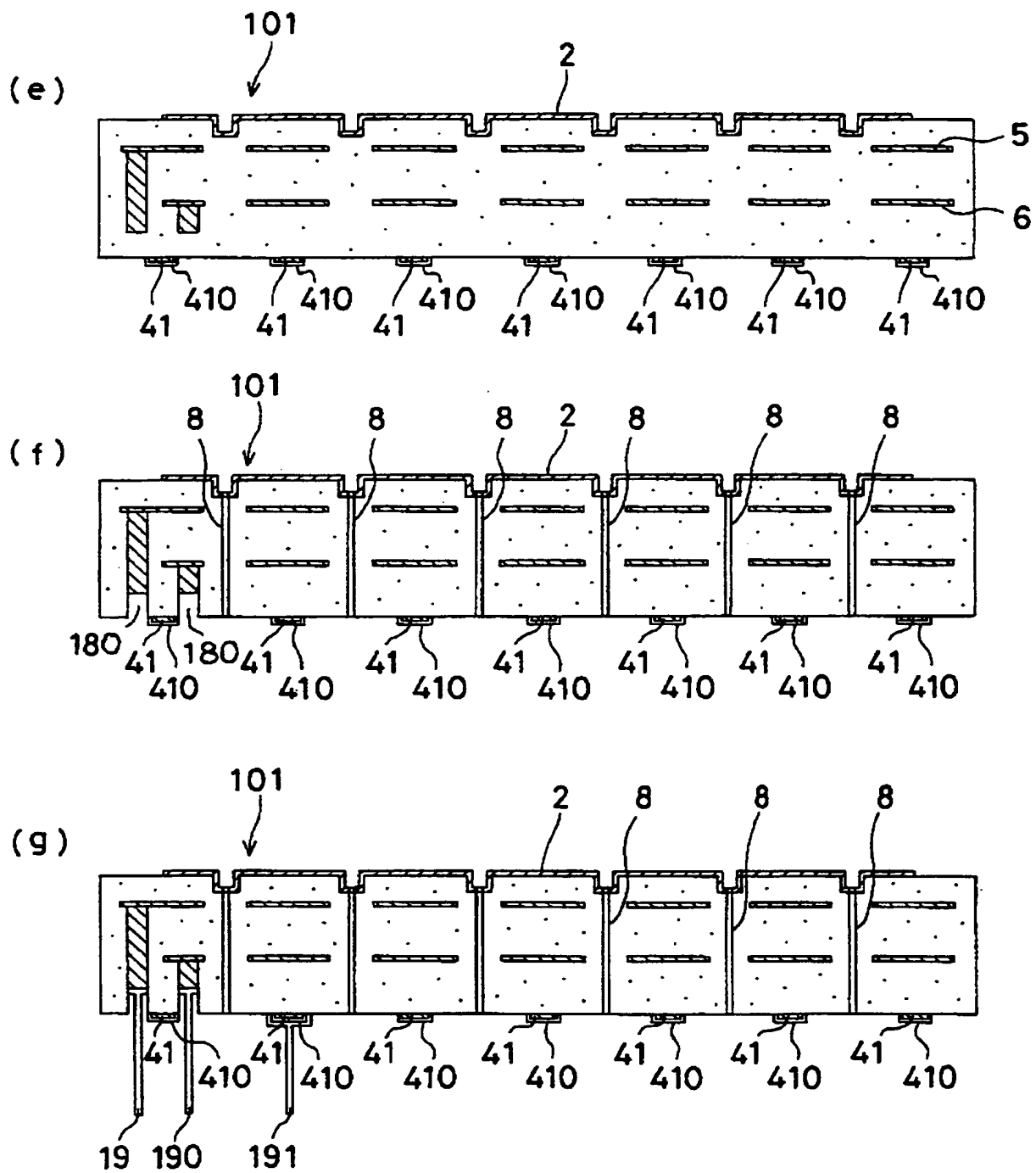


図 7



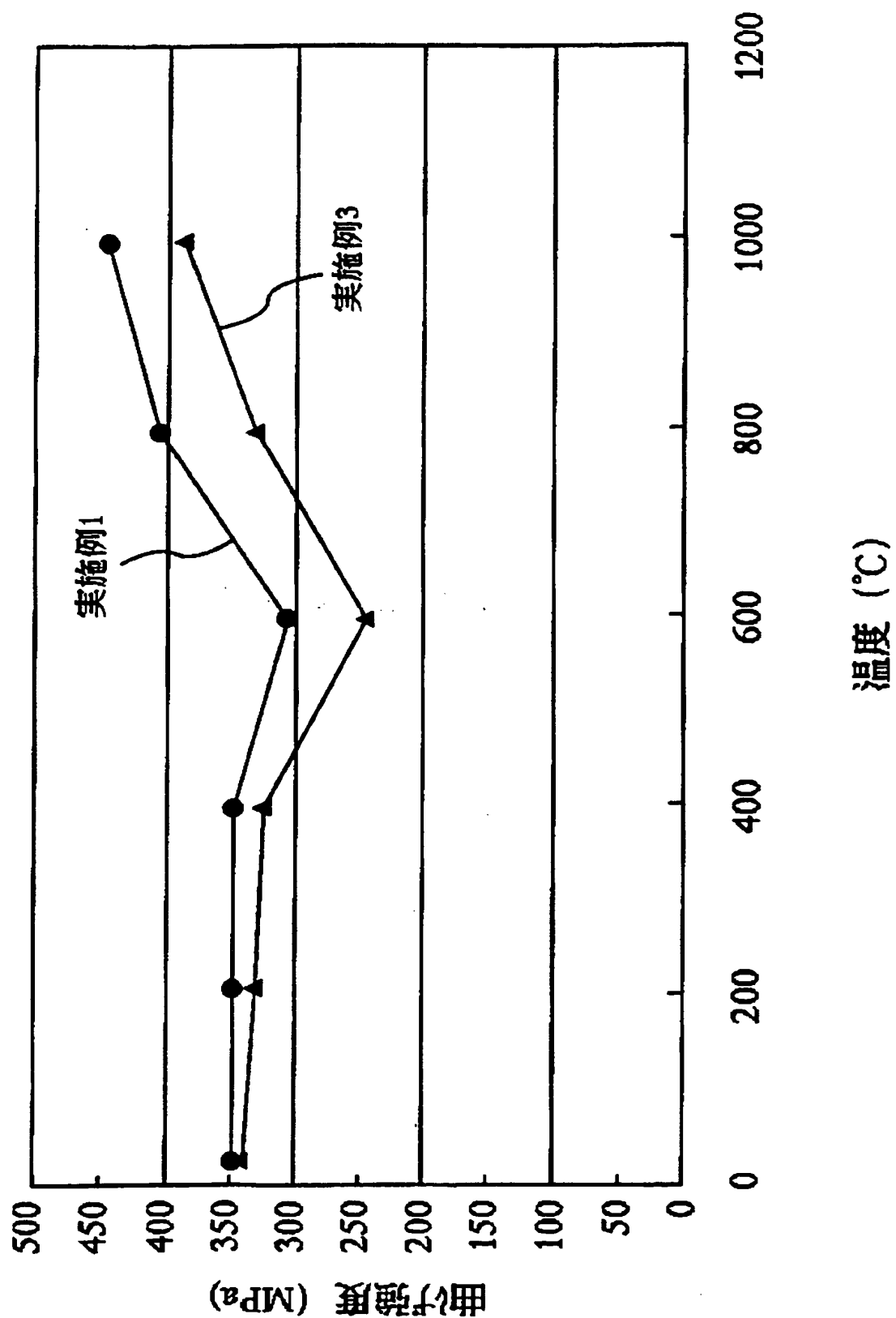
**THIS PAGE BLANK**

図 8



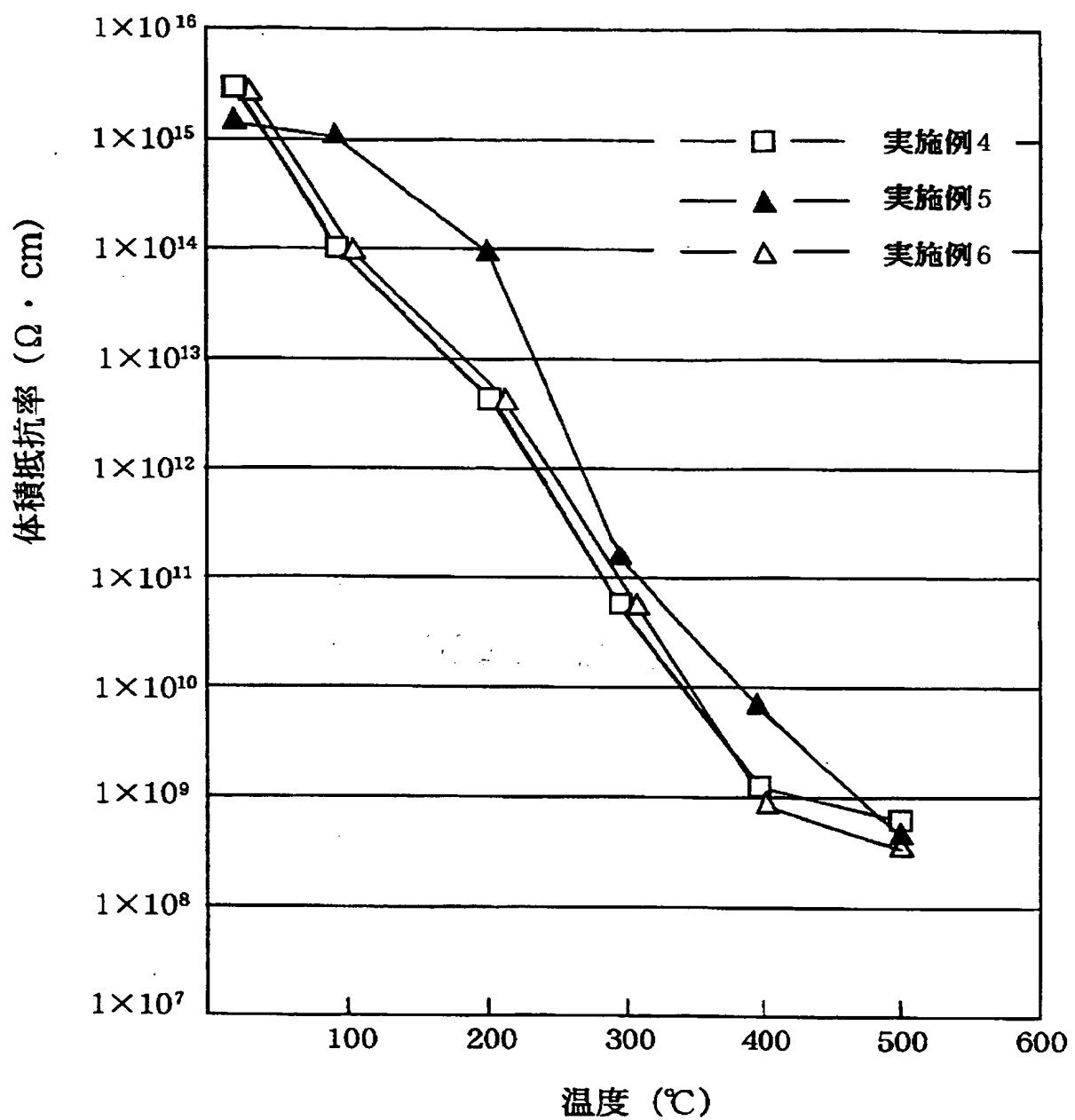
**THIS PAGE BLANK (USP)**

図 9



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 10

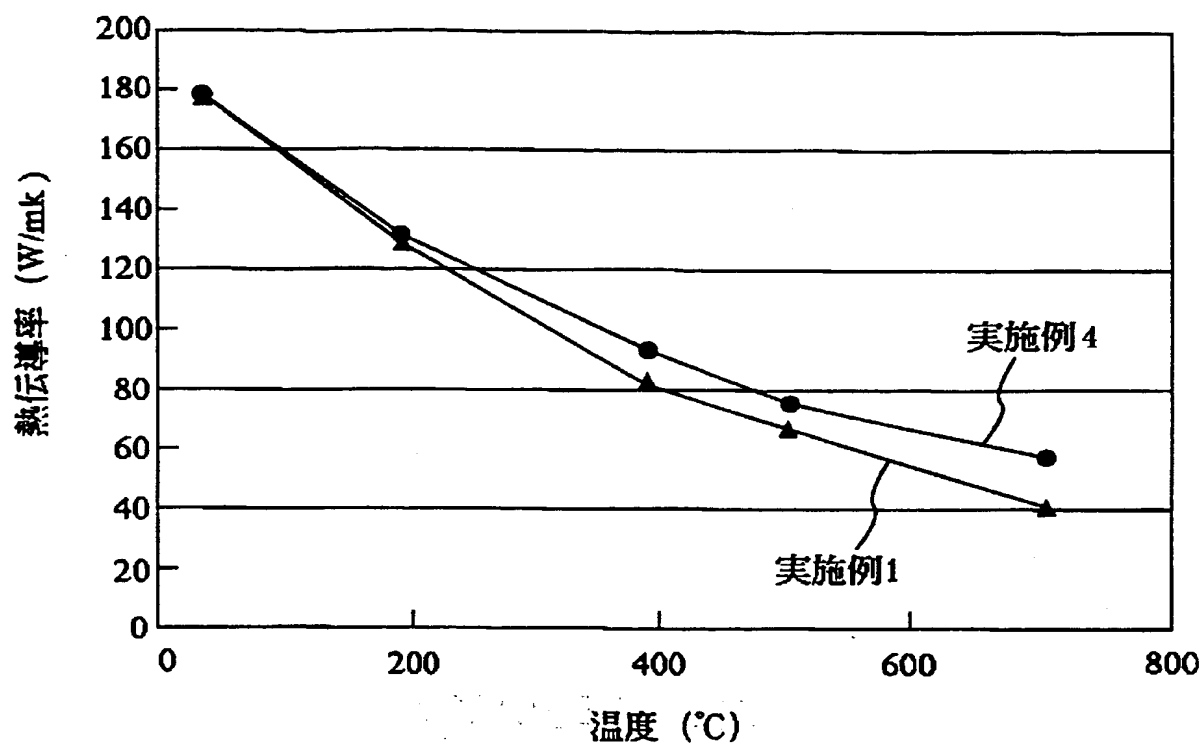


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



11 / 16

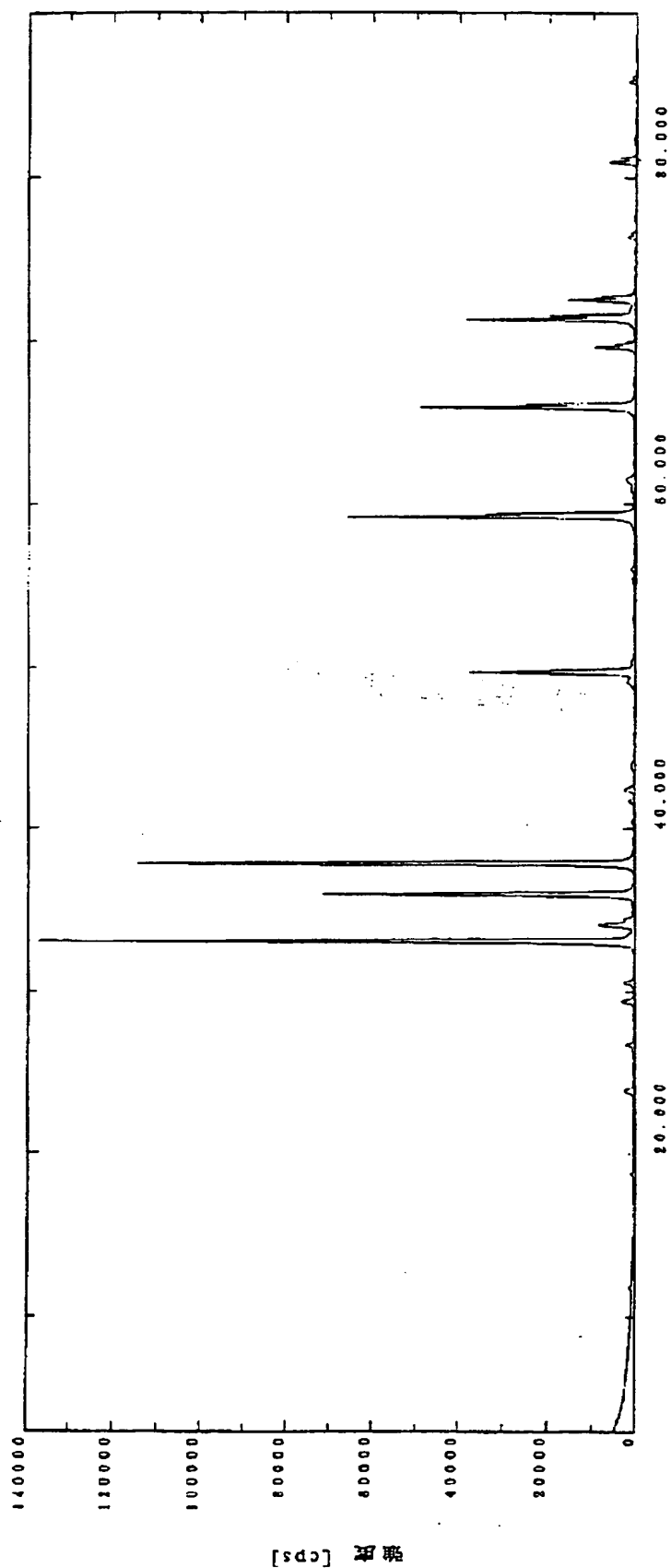
図 11



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1 2 / 1 6

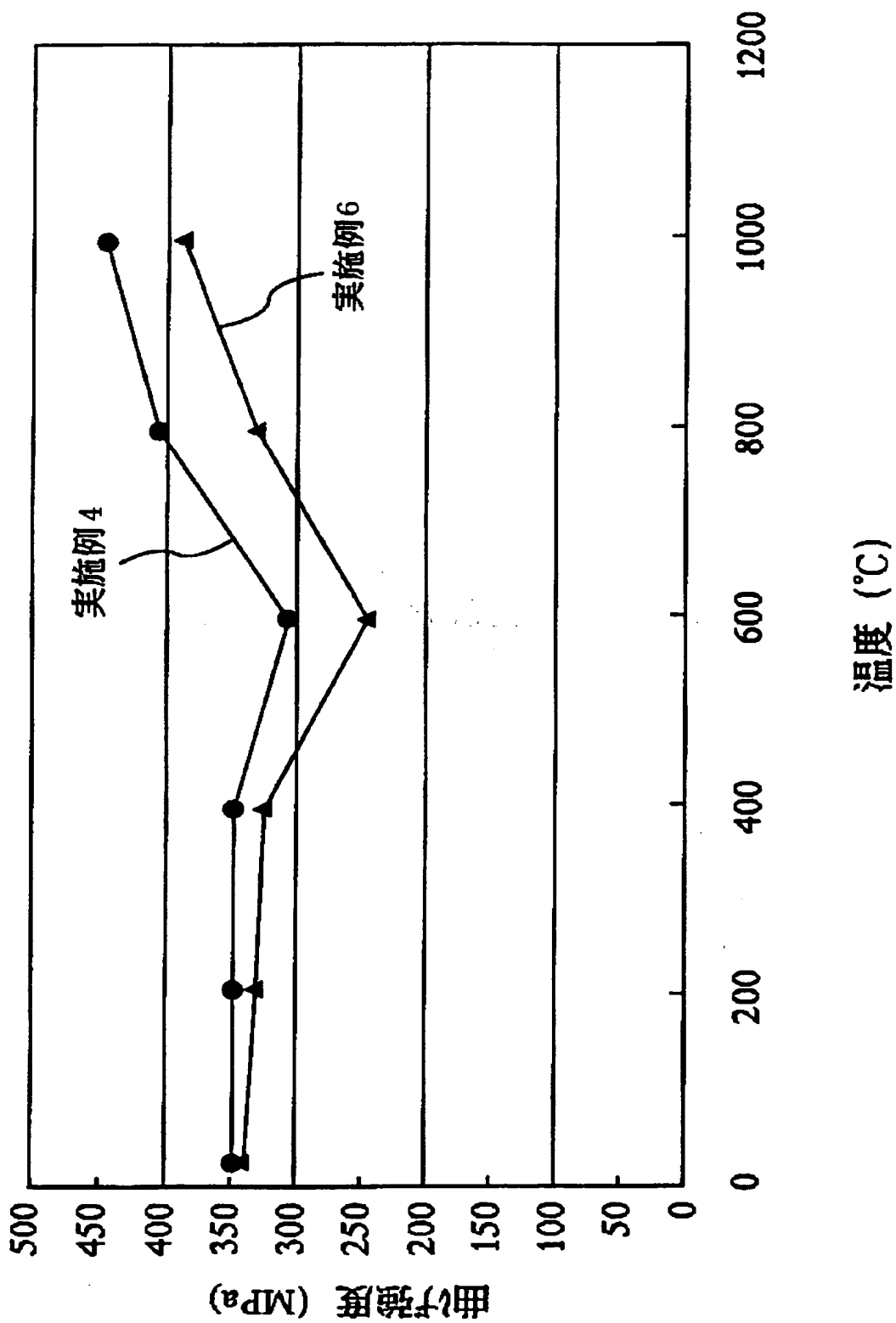
図 1 2

2  $\theta$  [°]

サンプル名	: 内	X線	: Cu K-ALPHA1 / 50 kV / 300 mA	カウンタ	: シンチレーションカウンタ
ファイル	: I990603.0340	モニタ	: R I N T 2 0 0 0 広角ゴニオメータ		
コメント	: 広角測定	アタッチメント	: 標準試料ホルダー		
測定日	: 03-Jun-99 16:50	フィルタ	: 使用しない	走査モード	: 連続
測定者	: R I N T	インジケータ	: 全自動モノクロメータ	スキャンスピード	: 2.000 °/min.
		カウンタモニタ	: 全自動モノクロメータ	スキャンステップ	: 0.020 °
		発散スリット	: "1deg."	走査軸	: 2 $\theta$ / $\theta$
		散乱スリット	: "1deg."	走査範囲	: 3.000 ~ 90.000 °
		受光スリット	: "0.3mm"	オフセット	: 0.000 °

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 1 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1 4 / 1 6

図 1 4

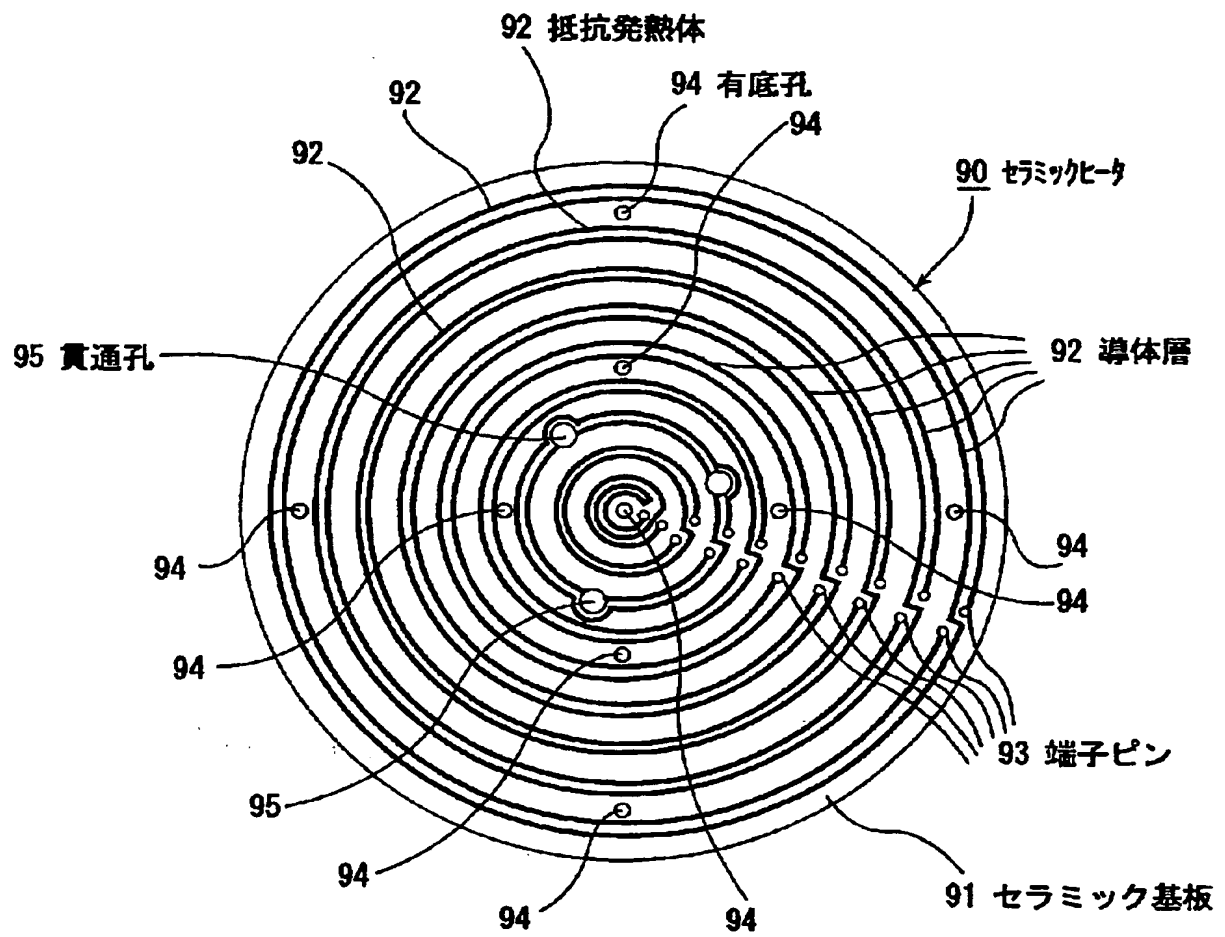
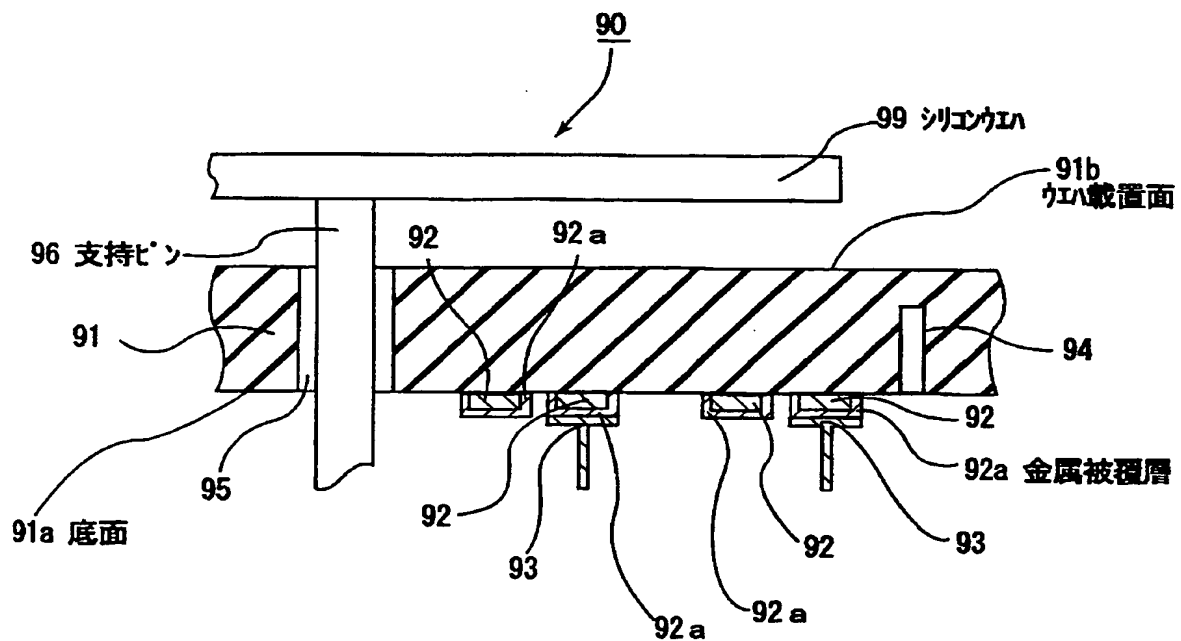


図 1 5



**THIS PAGE BLANK (USP 10)**



$$1\ 5\ /\ 1\ 6$$

図 16

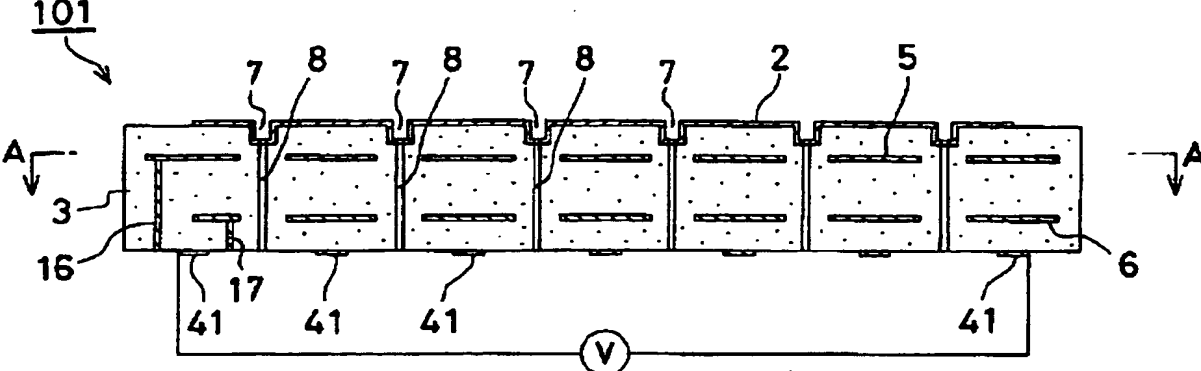
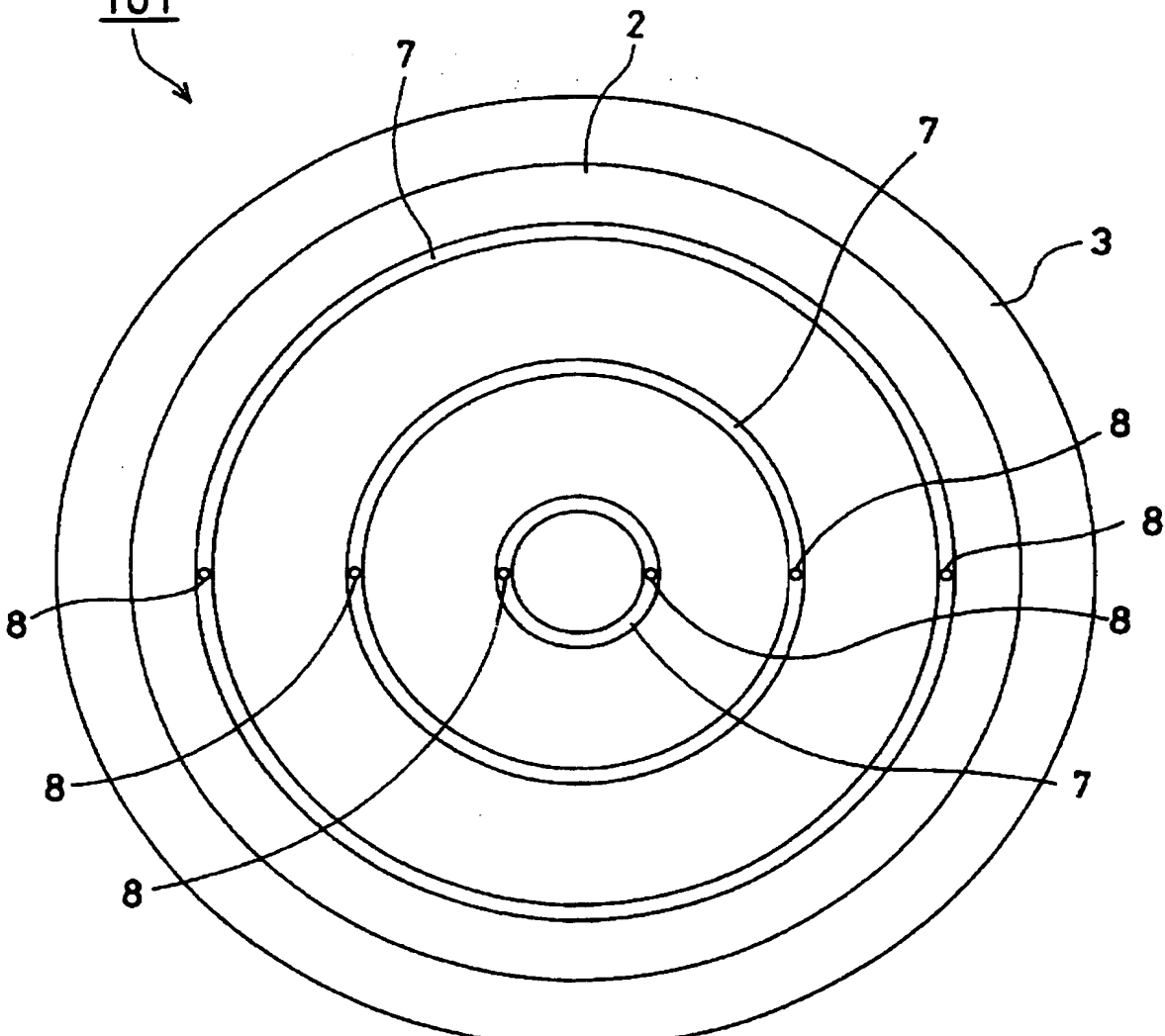


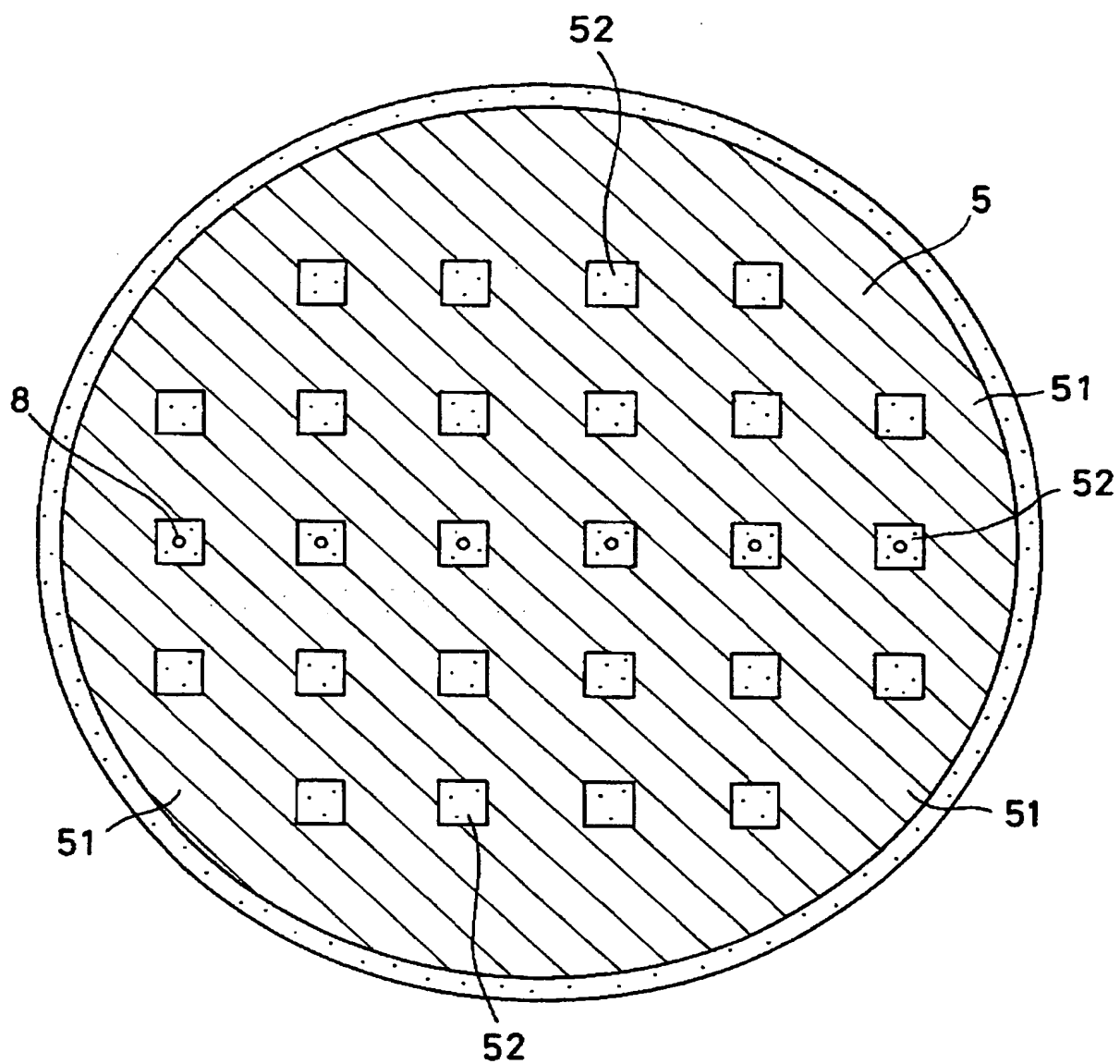
图 17



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1 6 / 1 6

図 1 8



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> C04B35/581

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> C04B35/581-582

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 5-229871, A (Toshiba Corporation), 07 September, 1993 (07.09.93), Claims 1, 2	1-3, 8
X	Column 1; lines 43 to 44 (Family: none)	10-12, 16
X	JP, 3-5375, A (Toshiba Corporation), 11 January, 1991 (11.01.91), Claim 1 (Family: none)	1-3, 8
A	EP, 757023, A2 (NGK INSULATORS, LTD.), 05 February, 1997 (05.02.97), Claims & US, 5728635, A & US, 5908799, A & JP, 9-48668, A	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
31 July, 2000 (31.07.00)

Date of mailing of the international search report  
08 August, 2000 (08.08.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> C 04 B 35 / 581

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> C 04 B 35 / 581 ~ 582

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2000年  
日本国登録実用新案公報 1994-2000年  
日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 5-229871, A (株式会社東芝) 7.9月.1993 (07.09.93)	1-3, 8
X	請求項 1 及び 2 項 第 1 欄, 第 43-44 行 (ファミリーなし)	10-12, 16
X	JP, 3-5375, A (株式会社東芝) 11.1月.1991 (11.01.91) 請求項 1 (ファミリーなし)	1-3, 8
A	EP, 757023, A2 (NGK INSULATORS, LTD.) 5.2月.1997 (05.02.97) 特許請求の範囲 & US, 5728635, A & US, 5908799, A & JP, 9-48668, A	1-20

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
31.07.00

国際調査報告の発送日

08.08.00

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
三崎 仁

印

4T 8928

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**